

Tuomas Kätkänaho

DATALLA LISÄARVOA KIINTEISTÖPALVELULIIKETOIMINTAAN

Olosuhdeperusteinen kiinteistöhuolto

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Diplomityö
Helmikuu 2020

TIIVISTELMÄ

Tuomas Kätänaho: Datalla lisäarvoa kiinteistöpalveluliiketoimintaan – olosuhdeperusteinen kiinteistöhuolto

Diplomityö

Tampereen yliopisto

Tuotantotalous

Helmikuu 2020

Datan määrä lisääntyy nopeasti, ja kehittyvät teknologiat (kuten IoT ja big data) mahdollistavat yritysten liiketoiminnan kehittämisen dataa hyödyntäen. Toimialaa disruptoivat datapohjaiset innovaatiot ovat kiinteistöalalla vielä harvinaisia, ja erityisesti kiinteistöpalveluiden osalta suurin osa datapohjaisista sovelluksista keskittyy toistaiseksi sisäisten prosessien optimointiin. Digitalisaation myötä yritysten on kehitettävä uudenlaisia konsepteja ja arvonluontimahdollisuuksia, jotta ne kykenevät muodostamaan kilpailuetua muuttuvilla markkinoilla. Kiinteistöpalveluille ominaista on se, että ne ovat hintasensitiivisiä tukipalveluita, joita ei perinteisesti ole nähty lisäarvoa tuottavana toimintana. Kuitenkin nykyään organisaatioiden kulttuuri on muuttunut suuntaan, joka asettaa yritysten toimitiloille entistä enemmän vaatimuksia, eikä kiinteistöä voida nähdä vain staattisena ympäristönä rutiinivaihtelulle. Tämä luo kiinteistöpalveluille uusia vaatimuksia.

Tämän diplomityön tavoitteena oli tunnistaa kiinteistöpalveluiden dataperusteisia palveluja ja kehittää ymmärrystä näiden palveluiden arvonluontimahdollisuuksista. Tutkielman puitteissa pilotoitiin kohdeyritykselle datapohjainen kiinteistöpalvelu, jonka avulla kyettiin havainnoimaan kyseisen ilmiön ominaispiirteitä. Aineistona työssä käytettiin aihepiiriin soveltuvaa kirjallisuutta, kohdeyrityksen edustajien haastatteluja sekä kohdeyrityksen asiakkaan kiinteistöstä kerättyä olosuhdedataa. Työssä käytettiin konstruktivistista tutkimusotetta, jossa lopputulemana konstruoidtiin ja testattiin pilottikonsepti olosuhdeperusteiselle kiinteistöhuollolle (OKH). Konstruktivinen ote soveltui tapaustutkimuksen alametodina työhön hyvin, sillä kyseisen metodin avulla pystyttiin ymmärtämään sekä tutkittavaa ilmiötä että muodostamaan kohdeyritykselle käytännön sovellutuksena liiketoiminnallisesti relevantti palvelukonsepti.

OKH toteutettiin raporttimuodossa, eli työssä visualisoitiin kiinteistön tiloista kerätyn olosuhdedatan perusteella havaitut olosuhdepoikkeamat Power BI-raporttiin. Raportin ensisijaisena tarkoituksena oli tuottaa tietoa, jonka perusteella kiinteistöhuolto pystyisi arvioimaan huollontarpeet kiinteistön eri osissa.

OKH:lle toteutettiin heikko markkinatesti ja sen perusteella todettiin, että erilaisista haasteista johtuen konsepti ei ollut valmis kaupallistettavaksi, mutta konsepti nähtiin potentiaalisesti jatkokehitystä ajatellen. Mikäli OKH:ta kehitettäisiin eteenpäin, voisi se tuottaa arvoa kolmella seuraavalla tavalla: 1) huollon tarpeiden ja energiansäästökohteiden löytäminen olosuhdedatan ja kiinteistöautomaatioidatan integraatiolla, 2) olosuhdetietojen jakaminen omistajan, vuokralaisen, käyttäjien ja kiinteistöhuollon kesken ja 3) kiinteistön vertailtavuus muiden vastaavien rakennusten kanssa.

Tutkimuksen merkitys kohdeyritykselle oli tarkan kuvan muodostaminen olosuhdeperusteisesta kiinteistöhuollosta, joka on ollut yrityksen yksittäinen kokeilu datan hyödyntämiseen liittyen. Diplomityön tulokset hyödyttävät yritystä konseptin jatkokehityksessä. Muodostettu OKH kontribuoi datapohjaisia kiinteistöpalveluita käsittelevään akateemiseen kirjallisuuteen käsittelemällä syvällisesti yhtä vaihtoehtoa hyödyntää kiinteistön olosuhdedataa kiinteistöhuollon osana. Tutkimuksen myötä muodostettiin OKH:n lisäksi uutta tietoa kiinteistöpalveluiden digitalisaatiosta ja arvonluonnista. Uusien datapohjaisten palveluiden tutkiminen on askel matkalla kohti älykkäitä kiinteistöjä.

Avainsanat: Kiinteistöpalvelut, kiinteistöjohtaminen, data, IoT, arvonluonti

Työn alkuperäisyys on tarkistettu käyttäen Turnitin OriginalityCheck-ohjelmaa.

ABSTRACT

Tuomas Kätkänaho: Data as a value-adding asset for facility services – condition-based maintenance

Master's Thesis

Tampere University

Industrial engineering and management

February 2020

The amount of data is increasing fast and companies have potential to create added value by utilizing emerging data-based technologies such as IoT. Data also enables companies to create digital and data-based services. Disruptive innovations are rare in the real estate sector and majority of data-based applications are created for optimizing internal processes. Yet, facility services providers have a need to utilize data in new ways in order to gain competitive advantage. Facility services are considered as price-sensitive support services and traditionally they have not been seen as a value-adding function for customer. Nowadays, the culture and needs of organizations are changing in such a way that facilities face new levels of requirements. Since facilities are not just a background for routine work this creates demand for new types of facility services.

The purpose of this study was to recognize data-based facility services and their value creation possibilities. A data-based service concept pilot was created for a case company in order to expand the knowledge of chosen phenomenon. Material for the research was gathered through academic literature, interviews with employees of the case company and condition data gathered from the case company's customer's facility. In this paper, research strategy was constructive, and aim of this strategy was to create a construction for condition-based maintenance (CBM) service and test it in practice.

In this thesis the pilot concept for CBM was created in a report-form. The report visualizes anomalies detected in the facility that is being monitored. Purpose of the report was to create a convenient solution for maintenance staff that they could use to remotely detect faults inside a facility. A weak market test was executed, and the outcome was that this service was not yet ready for commercialization, but it was considered valuable for future development. Three possibilities to create value utilizing the construction in a more mature phase were detected: 1) Detecting maintenance needs & energy-saving potential in specific parts of the facility by integrating condition data with facility automation data, 2) Sharing condition data with owners, tenants and end users and 3) Making the facility comparable with other similar facilities.

For the case company, the significance of the results consisted of a concept framework and insight of further development possibilities of the CBM, which has been a pilot service in their data-based services portfolio. From academic perspective, the research contributes to the discussion about data-based services by comprehensively examining one specific example of how to utilize data as part of facility services. This thesis also creates new information about digitalization and value-creation in real estate sector. Research into these subjects is a step towards the future of smart real estate.

Keywords: Facility services, facility management, data, IoT, value creation

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tämä työ lähti liikkeelle keväällä 2019, valtakunnalliseen tutkimusprojektiin Virtuaaliset palveluympäristöt kiinteistöalalla (Virpa D) liittyvästä toimeksiannosta. Nyt noin 10kk myöhemmin työ on valmis ja lopputulemana voin todeta, että diplomityö on ollut ehdottomasti opiskelu-uran haastavin kokonaisuus ja tutkimuksen tekeminen ei ole ollut suoraviivainen prosessi.

Virpa D:n päätöskonferenssien ja lukemani kirjallisuuden perusteella, kiinteistöalan digitalisoinnissa ollaan vasta alussa. Oli hienoa tuoda oma kontribuutio alan digitalisaatioon näin alkuvaiheessa ja mielenkiinnolla seuran mitä sovelluksia tulevaisuudessa tullaan näkemään.

Haluan kollektiivisesti kiittää tutkimuksen mahdollistaneita tahoja. Erityisesti kiitän kaikkia tutkimuksen kohdeyrityksen (Lassila & Tikanoja) puolelta mukana olleita henkilöitä heidän panoksestaan työn valmistumiseen sekä työn tarkastajia Kalle Kähkönen & Tuomas Ahola heidän antamistaan kommentista. Haluan kiittää myös Hennaa, joka auttoi työn oikolukemisessa ja kannusti minua matkan varrella.

Tampereella, 13.2.2020

Tuomas Kätänaho

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|--|----|
| 1. JOHDANTO | 1 |
| 1.1 Työn tausta..... | 1 |
| 1.2 Työn tavoitteet..... | 2 |
| 1.3 Työn rajaukset..... | 5 |
| 1.4 Työn rakenne | 6 |
| 2. DATA JA SEN ASIAKASARVO | 7 |
| 2.1 Datan hyödyntäminen liiketoiminnassa | 7 |
| 2.1.1 Internet of Things..... | 7 |
| 2.1.2 Big data | 13 |
| 2.1.3 Tiedonluonti ja data mining..... | 18 |
| 2.1.4 Datan kaupallistaminen | 19 |
| 2.2 Asiakasarvo ja palveluiden arvontuotto..... | 21 |
| 2.2.1 Asiakasarvo | 22 |
| 2.2.2 Palvelut..... | 25 |
| 2.2.3 Palveluiden arvontuotto | 27 |
| 2.3 Kiinteistöpalveluliiketoiminta..... | 28 |
| 2.3.1 Kiinteistöpalvelut ja kiinteistöjohtaminen | 29 |
| 2.3.2 Kiinteistöpalveluiden verkosto | 33 |
| 2.3.3 Kiinteistöpalveluiden tarpeen muuttuminen..... | 35 |
| 2.3.4 Arvontuotto kiinteistöpalveluissa | 37 |
| 2.3.5 Digitaaliset kiinteistöpalvelut..... | 42 |
| 2.4 Kirjallisuusselvityksen synteesi | 51 |
| 2.4.1 Kiinteistöpalveluiden arvo sidosryhmille | 51 |
| 2.4.2 Datapohjaiset kiinteistöpalvelut | 53 |
| 3. TUTKIMUSMENETELMÄT JA TUTKIMUKSEN TOTEUTUS..... | 57 |
| 3.1 Aineiston kerääminen ja tutkimusote..... | 57 |
| 3.2 Kohdeyritys ja asiakas..... | 59 |
| 3.3 Tulosten testaus ja tarkastelu..... | 61 |
| 4. KOKONAISKUVA..... | 63 |
| 4.1 Haastattelujen toteuttaminen..... | 63 |
| 4.2 Kohdeyrityksen nykytilanne | 65 |
| 4.3 Salo IoT Campus..... | 67 |
| 5. KONSTRUKTION LUOMINEN..... | 68 |
| 5.1 Olosuhdeperusteinen huolto palveluna | 68 |
| 5.1.1 Automaattisen hälytyksen rakentaminen..... | 70 |
| 5.1.2 Sisäilman optimaaliset olosuhteet | 73 |
| 5.2 Datan kerääminen | 76 |
| 5.3 Käytettävä data ja sen varastointi | 78 |
| 5.4 Data-analyysi..... | 80 |
| 5.4.1 Datan puhdistaminen, integrointi, valitseminen ja muuntaminen .. | 82 |

| | |
|---|-----|
| 5.4.2 Tiedon louhinta | 84 |
| 5.4.3 Tiedon esittäminen | 89 |
| 6.KONSTRUKTIO | 94 |
| 6.1 Konstruktion kuvaus | 94 |
| 6.2 Konstruktion rajojen arviointi palautetalla | 95 |
| 6.3 Konstruktion arviointi pilotoinnilla | 98 |
| 6.4 Konstruktion arvo | 101 |
| 7.TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN | 104 |
| 7.1 Hyödyt ja liiketoimintapotentiaali | 104 |
| 7.2 Konstruktion puutteet ja jatkokehityspotentiaali | 106 |
| 8.YHTEENVETO | 110 |
| 8.1 Työn yhteenveto | 110 |
| 8.2 Tieteellinen kontribuutio ja tarve jatkotutkimuksille | 112 |
| LÄHTEET | 114 |

LYHENTEET JA MERKINNÄT

| | |
|---------|---|
| BIM | Kiinteistön tietomalli |
| BMC | Business Model Canvas |
| B2B | Yritysten välinen markkina |
| B2C | Yrityksen ja kuluttajan välinen markkina |
| CRM | Asiakastietojärjestelmä |
| ERP | Toiminnanohjausjärjestelmä |
| HR | Henkilöstöhallinto |
| HVAC | Lämmitys, ilmanvaihto ja ilmastointi |
| Ilot | Teollinen internet |
| IoT | Esineiden internet |
| ITU | Kansainvälinen telekommunikaatioliitto |
| KDD | Datapohjainen tiedonluontiprosessi |
| L&T | Lassila & Tikanoja |
| OKH | Olosuhdeperustainen kiinteistöhuolto (muodostettu konsepti) |
| RFID | Radiotaajuinen etätunnistus |
| Virpa D | Virtuaaliset palveluympäristöt – tutkimushanke |
| VR/AR | Virtuaalinen todellisuus/lisätty todellisuus |
| Wi-Fi | Langaton lähiverkko |
| WSN | Langattomien sensoreiden verkosto |

KESKEISET KÄSITTEET

B2B-markkinat tarkoittavat markkinoita, joissa yksityiset-, tai julkiset yritykset, julkisen sektorin tahot tai muut organisaatiot vaihtavat hyödykkeitä ja palveluita keskenään. Markkinat ovat olemassa yhteisten tavoitteiden tai kiinnostuksen vuoksi. Jos B2B-markkinoita verrataan kuluttajamarkkinoihin (B2C), voidaan havaita eroja. B2C markkinoilla yritysten kohde on kuluttajat ja loppukäyttäjät, kun taas B2B-markkinoilla kohteena ovat muut organisaatiot. B2B-markkinoilla oston volyymi voi tuotteesta riippuen olla suurempi ja myyntiprosessit ovat tyypillisesti pidempiä. B2C-markkinoilla tyypillisesti hankitaan asioita kulutukseen, mutta B2B-kontekstissa organisaatiot hankkivat asioita tukeakseen omaa ydinliiketoimintaansa. (Frauendorf et al. 2007)

Business Model Canvas (BMC) on Osterwalderin & Pigneurin (2010) kehittämä työkalu, jonka ideana on jakaa yrityksen liiketoimintamalli yhdeksään kategoriaan: arvoluopaus, segmentit, asiakassuhteet, markkinointikanavat, avainresurssit, avaintoiminnot, kumppanit, kustannukset ja tuotot. Työkalu auttaa hahmottamaan yrityksen liiketoiminnan kokonaisuuden ja yrityksen suhteen muihin sidosryhmiin, sillä mallin ideana on jaotella visuaalisesti liiketoimintamallin eri elementit omiin lokeroihin. Malli toimii hyvin esimerkiksi visuaalisena työkaluna keskustelun tukena tai innovatiivisten konseptien hahmottelemisessa.

Data on yksinkertaisesti määriteltynä faktoja, tekstiä tai numeroita, joita pystytään prosessoimaan tietokoneella. Dataa saadaan erilaisista lähteistä, kuten operatiivisesta toiminnasta (myynti, hankintakustannukset, varastot), ei operatiivisesta toiminnasta (ennusteet, tilastot), tai metadatana (data, joka liittyy itse dataan). Tiedonluonnissa data on perusyksikkö, jonka pohjalta on mahdollista synnyttää informaatiota ja tätä kautta tietämystä. (Surender & Kanwaldip 2016)

Digitalisaatio ei ole käsitteenä uusi ja sille on esitetty useita määritelmiä sen moniulotteisuudesta johtuen. Nykyään digitalisaatio voidaan kuitenkin ajatella käsitteenä, joka kuvaa siirtymistä digitaalisiin tietojärjestelmiin pohjautuvaan yhteiskuntaan, missä palvelut ja liiketoiminta tapahtuvat tietoverkkojen välityksellä tilassa, jossa normaalin fyysisen kanssakäymisen vasteajat ja rajoitteet, kuten prosessointiaika ja tiedon saavutettavuus, eivät hidasta toimintaa. (Ruohonen et al. 2017)

Koneoppiminen tarkoittaa joukkoa metodeja, joiden avulla tietokone löytää erilaisia malleja datajoukosta ja oppii näiden pohjalta ennakoimaan asioita datasta, jota se ei ole nähnyt, tai suorittamaan jonkin muun halutun asian. Esimerkiksi kone voi oppia tunnistamaan ihmisen iän kuvan perusteella tai vaikkapa löytämään erilaisia virheitä verkon tietoturvasta. (Murphy 2012, s. 1)

Liiketoimintamalli tarkoittaa yleisesti keinoja, joilla yritys harjoittaa liiketoimintaa. Se on kuvaus yrityksen tarjoamasta arvosta asiakkaille, yrityksen arkkitehtuurista sekä keinoista luoda ja markkinoida yrityksen tuottamaa arvoa, kannattavan ja kestävä liiketoiminnan luomiseksi. (Osterwalder et al. 2005)

Pilvilaskenta tarkoittaa mallia, joka mahdollistaa kaikkialla saatavilla olevan ja tarpeeseen perustuvan verkkoyhteyden jaettuun laskentaresurssiin, kuten esimerkiksi verkkoon, palvelimeen, tai tallennustilaan. Resurssia voidaan nopeasti hallita ja muokata minimaalista hallintoa vaativalla työllä. Käytännön esimerkkinä verkkolaskennan hyöty on esimerkiksi siinä, että yritys voi hankkia itselleen juuri haluamansa määrän laskentatehoa ilman kallista investointia. (Ruparelia 2016)

Tarjooma (engl. offering) on kokonaisuus, joka asiakkaalle muodostuu konkreettisista ja abstrakteista elementeistä kaupanteon yhteydessä. Esimerkiksi palvelua hankittaessa tarjooma on yhdistelmä palvelun lopputuloksesta, hankintaprosessista, kokemuksesta ja saadusta tiedosta. (Kotler & Keller 2016, s. 10)

1. JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Digitalisaatio on eräs nykyhetken suurimmista megatrendeistä ja sen merkityksen voidaan ajatella olevan yrityksille yhtä suuri kuin aikaisemmat teolliset murrokset. Vahva osa digitalisaatiota on esineiden internet (IoT). Internetiin liitettyjen laitteiden määrä on ylittänyt maailman väkiluvun jo vuonna 2009 ja Statistan (2019) laatiman tilaston mukaan internetiin yhdistettyjen laitteiden määrä tulee ylittämään 50 miljardia vuonna 2023. Näiden älykkäiden verkkoon kytkettyjen laitteiden yhteydessä käytetään usein termiä IoT tai teollinen internet (IIoT), riippuen missä kontekstissa aiheesta puhutaan.

Anturi- ja sensoriteknologia on kehittynyt IoT:n osana 2010-luvulla räjähdysmäisesti, ja se mahdollistaa entistä kehittyneemmän ja tarkemman datan keräämisen yhä monimuotoisemmista lähteistä. Tästä aiheutuva datan määrän lisääntyminen uudistaa yritysten liiketoimintaympäristöä ja pakottaa samalla yritykset uudistamaan toimintamallejaan ja käytäntöjään pysyäkseen kilpailussa mukana (Ilmarinen & Koskela 2015). IoT:n suuri potentiaali liiketoiminnan uudistamisessa liittyy vahvasti datan keräämiseen, ja Collin & Saarelainen (2016) mainitsevatkin tulevaisuudessa IoT:n tärkeimmiksi ajureiksi muun muassa anturi ja sensoriteknologian kehityksen sekä big datan ja siihen pohjautuvan analytiikan hyödyntämisen (Collin & Saarelainen 2016).

Datan käyttämistä arvonluonnissa on tutkittu jo useita vuosia. Esimerkiksi Thierauf (2001) esittää, että yritysten datapohjainen arvonluontiprosessi linkittyy vahvasti tietämyksen luontiin, sillä datan arvo realisoituu vasta kun sitä pystytään hyödyntämään esimerkiksi päätöksenteossa. Datan sisältämää arvoa voidaan lisätä, kun datasta luodaan informaatiota muokkaamalla, yhdistelemällä ja jäsentelemällä sitä (Thierauf 2001). Yhdistämällä informaatio aiempaan tietämykseen pystytään luomaan uutta tietämystä datasta muodostetun informaation perusteella. Näin ollen data-analyysi voidaan nähdä tiedonluonnissa prosessin syötteenä.

Datan käyttöä palveluliiketoiminnassa on tutkittu aiemmin. Woerner & Wixom (2015) kertovat datan synnyttämistä uusista mahdollisuuksista liiketoiminnan kehittämisessä, ja eräs mainittu tapa onkin datan kaupallistaminen yhdistämällä se johonkin yrityksen ydinpalveluun. Esimerkiksi Opranisk ja Taisch (2015) kertovat, että oikeaa strategiaa nou-

dattamalla yritys pystyy kohtuullisen helposti laajentamaan liiketoimintaansa hyödyntämällä dataa epäsuorasti palveluliiketoiminnan luomiseen. Datan hyödyntäminen epäsuorasti tarjoaakin yritykselle suoraa datan kaupallistamista enemmän vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia tuottaa arvoa.

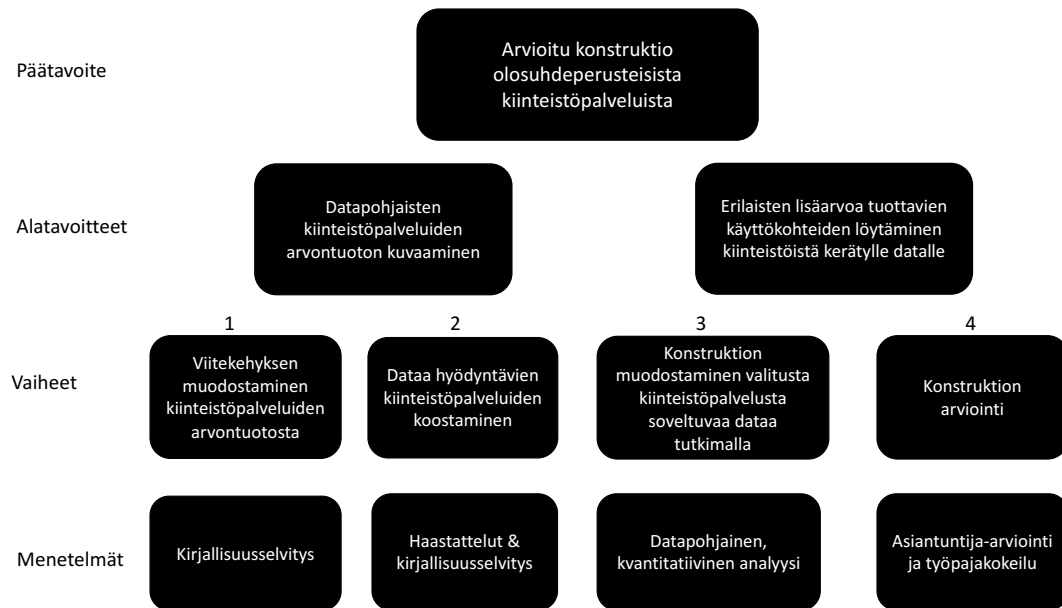
Digitalisaation aiheuttaman globaalin trendin mukaisesti myös kiinteistöpalveluliiketoiminta elää murroksessa. Vaikka datan tarjoamista mahdollisuuksista palveluliiketoiminnassa on tehty tutkimusta, ei uusien teknologioiden mahdollistamaa datamassojen keräämistä ja hyödyntämistä ole tutkittu vielä kattavasti kiinteistöpalveluliiketoiminnan osana, sillä taustalla olevat teknologiat ovat yleistyneet vasta viime vuosina. Esimerkiksi McKinseyn (2016) teettämän raportin mukaan rakennus ja kiinteistöala on vähiten digitalisoitunut erilaisten toimialojen joukosta ja alalla käytetään verrattain vähiten rahaa tuotekehitykseen. Esimerkkejä digitalisoiduista sekä dataa hyödyntävistä palveluista on kuitenkin olemassa, ja näitä esitellään tarkemmin myöhemmin tässä työssä.

Tämä diplomityö oli osa valtakunnallista Virtuaaliset palveluympäristöt -hanketta (Virpa D), jossa tavoitteena oli kehittää kiinteistöalalle uusia digitaalisia käyttäjäpalveluja. Hanke toteutettiin yliopistojen ja yritysten muodostamassa ekosysteemissä, ja mukana oli kaikkiaan yli 30 yritystä. (Virpa.fi 2019)

1.2 Työn tavoitteet

Työn kohdeyrityksenä on Helsingin pörssissä listattu, ympäristöhuollon ja kiinteistöjen tukipalvelujen tuottamiseen keskittynyt Lassila & Tikanoja (L&T) -palveluyrityskonserni. Yrityksellä on mahdollisuus kerätä huomattavia määriä erilaista dataa asiakkaidensa kiinteistöistä, mutta datan potentiaali liiketoiminnan kannalta on vielä osin hyödyntämättä. Tutkimuksen taustalla on myös toimialan haaste liittyen siihen, että kiinteistöpalvelut nähdään tyypillisesti suoriteperusteisena kulueränä eikä kiinteistölle lisäarvoa tuottavana tekijänä. Tämä aiheuttaa sen, että datan keräämisellä on oltava jokin asiakasarvoa merkittävästi tuottava sovelluskohde, jotta se on kannattavaa ja perusteltua asiakkaan näkökulmasta.

Edellä mainitut taustakysymykset ja diplomityön rajallisuus huomioiden, laaditut tutkimuksen tavoitteet, keskeiset vaiheet ja tutkimusmenetelmät on esitelty kuvassa 1.



Kuva 1. *Diplomityön tavoitteet, alatavoitteet ja eteneminen*

Kuvan 1 mukaisesti tämän diplomityön päätavoitteena on muodostaa konstruktio, joka on palvelukonsepti olosuhdeperusteiselle kiinteistöhuollolle (myöhemmin OKH). OKH valikoitui tarkasteluun kohdeyrityksen toiveiden, diplomityön rajallisuuden, sekä saatavilla olevan datan perusteella. Päätavoitteen lisäksi työssä on alatavoitteena kuvata datapohjaisten kiinteistöpalveluiden arvontuottoa eri sidosryhmien näkökulmasta ja toisaalta löytää osana OKH:ta erilaisia lisäarvoa tuottavia käyttökohteita kiinteistöistä kerätylle datalle.

Kaikkien tavoitteiden perimmäisenä tarkoituksena on löytää keinoja palvella paremmin palveluyrityksen asiakasta, eli kiinteistön omistajaa, sekä toisaalta myös kiinteistön vuokralaisia ja käyttäjiä. Paremman palvelun tarkoituksena on luoda entistä kannattavampaa palveluliiketoimintaa, joka hyödyttää samalla kiinteistön omistajaa ja mahdollistaa osaltaan palveluntarjoajan kasvun. Toisaalta datapohjaisten palveluiden kehittäminen auttaa tämän tutkimuksen tapauksessa kohdeyritystä myös matkalla kohti sen visiota olla alan edistyskäs ja hyödyllisin palvelu (Lassila & Tikanoja 2018).

Edellä kuvattujen tutkimuksen tavoitteiden sekä kohdeyrityksen toiveiden perusteella työlle voidaan asettaa seuraavat tutkimuskysymykset:

1. *Millaisia dataa hyödyntäviä kiinteistöpalveluita on olemassa ja mitä arvoa kiinteistöpalvelut tuottavat?*
2. *Millaisista asioista OKH:n arvo muodostuu ja miten tällainen palvelu rakennetaan?*

Pääasiallisten tutkimuskysymysten alapuolella on joukko kysymyksiä, joihin vastaaminen on olennaista tutkimuskysymysten ratkaisemiseksi. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyviä alakysymyksiä ovat seuraavat. Miten kiinteistöpalveluliiketoiminnassa hyödynnetään dataa tällä hetkellä ja mitä mahdollisuuksia kirjallisuudessa tunnistetaan datan käytölle tällä toimialalla? Samaan tutkimuskysymykseen liittyvä alakysymys on: Mitkä kiinteistöpalveluihin kytkeytyvät asiat tuottavat arvoa omistajalle, vuokralaiselle ja käyttäjälle? Tästä näkökulmasta olennaista on tietää myös, millaisesta datasta arvoa luovaa informaatiota pystytään tuottamaan, eli millainen data on yritykselle arvokasta? Näiden kysymysten vastauksena on listaus erilaisia datapohjaisia palveluita ja konkreettisia esimerkkejä kohdeyrityksen kannalta relevanteista palveluista.

Tutkimuskysymykseen kaksi liittyen työssä muodostetaan palvelukonsepti OKH:lle. Tähän liittyy kysymyksiä ensinnäkin siitä, mitkä osa-alueet muodostavat kyseisen palvelun arvon. Toinen olennainen kysymys on, miten arvo pystytään realisoimaan dataa käyttämällä, eli miten palvelu rakentuu ja mitä se vaatii. Työn päätavoite rakentuu tämän datapohjaisen palvelun ympärille, ja yrityksen datan avulla muodostetaan tälle palvelumalli, jota voidaan arvioida asiantuntija-arviota hyödyntäen.

Edellä mainittujen tavoitteiden sekä tutkimuskysymysten alla on joukko erilaisia vaiheita, jotka täytyy saavuttaa tavoitteisiin pääsemiseksi. Kuvassa 1 esitetyt vaiheet on numeroitu järjestykseen yhdestä neljään. Ensimmäinen vaihe on muodostaa kiinteistöpalveluiden arvontuotosta viitekehys, josta selviää millaiset asiat tuottavat arvoa kiinteistön omistajalle, vuokralaiselle ja käyttäjille. Tähän löydetään vastaus kirjallisuusselvityksen perusteella, sillä arvontuotto on varsin tutkittu aihe eri toimialoilla.

Toinen vaihe on kartoittaa kohdeyrityksen edustajia haastatteleamalla kohdeyrityksen nykytilanne datan hyödyntämisen osalta ja toisaalta selvittää kirjallisuuden perusteella, millaisia dataa hyödyntäviä kiinteistöpalveluita on olemassa nykyhetkellä ja millaisia mahdollisuuksia tunnistetaan. Tähän liittyy esimerkiksi kysymys siitä, mitä sovellutuksia yrityksellä on jo toteutettuna tai yritys on kokeillut datapohjaisiin kiinteistöpalveluihin liittyen. Nykytilanteen ja tunnistettujen mahdollisuuksien määrittäminen on olennaista työn lopputulosta ajatellen, koska uuden ratkaisun luomiseksi täytyy nykytilanne tuntea todella tarkasti. Tämän työn puitteissa muodostetaan yrityksen dataa hyödyntämällä laajempi kuvaus OKH:lle.

Tutkimuksen kolmas vaihe on OKH:n konstruktointi ja tämän palvelukokonaisuuden muodostaminen yrityksen dataa hyödyntämällä. Data-analyysillä muodostetaan ajatus siitä, miten dataa tulee hyödyntää palvelun toteuttamiseksi. Tutkimuksen data ja siihen liittyvät teknologiat ja ilmiöt eivät ole yksiselitteisiä, joten aiheeseen tutustutaan ensin

tarkemmin olemassa olevan kirjallisuuden avulla. Olennaista on myös selvittää, millaiset teknologiat mahdollistavat kohdeyrityksen datapohjaisen liiketoiminnan olemassaolon. OKH:n muodostamiseen käytettävät tutkimusmenetelmät kuvataan tarkemmin luvussa kolme.

Tutkimuksen viimeinen vaihe on OKH:n arviointi, joka suoritetaan testaamalla palvelua kohdeyrityksen edustajien kanssa. Arviointi suoritetaan työn rajoitteet huomioiden kevyesti asiantuntija-arviolla. Työn lopputulemana kohdeyritys saa uusia ideoita dataan pohjautuvista liiketoimintamahdollisuuksista, niiden arvontuotosta ja OKH:n myötä tarkemman konseptin potentiaalisesta kiinteistöpalvelusta ja sen jatkokehitysmahdollisuuksista.

1.3 Työn rajaukset

Tutkimuksen taustalla vaikuttaa useita ilmiöitä. Laajin ilmiö on digitalisaatio ja tämän alla ilmiöitä ovat esimerkiksi erilaisten teknologioiden kehittyminen (kuten IoT ja big data) ja kiinteistöjohtamisen liiketoimintaympäristön muutos. Tutkimus rajataan käsittelemään datan ja uusien teknologioiden tuomia mahdollisuuksia lisäarvon tuottamisessa kiinteistöpalveluliiketoimintaan liittyen. Datan rajallisen saatavuuden sekä työn laajuuden puitteissa aihe rajataan myös käsittämään pelkästään kaupallisia liikekiinteistöjä ja toimistorakennuksia koskevia palveluita. Lisäksi tarkasteluun otettavat palvelut rajataan nimenomaan sen tyyppisiin kiinteistöpalveluihin ja datan kaupallistamisen keinoihin, joiden käyttöönottoaminen on teoriassa realistista kohdeyritykselle nyt tai tulevaisuudessa. Näin ollen tarkemman tarkastelun ulkopuolelle rajataan palvelut ja mahdollisuudet, joiden käyttöönottoaminen vaatisi kiinteistöpalveluita tarjoavalta yritykseltä sen toiminnan laajentamista kauas ydinliiketoiminnasta (esimerkiksi siirtymistä ohjelmistotuotantoon), mikä ei ole tarkoituksenmukaista kohdeyrityksen luonne huomioiden.

Työssä muodostettavassa OKH-konseptissa keskitytään arvon tuottamiseen nimenomaan kiinteistön omistajille, vuokralaisille ja käyttäjille ja jätetään palveluntarjoajan sisäisten prosessien optimoinnin tuottamat mahdollisuudet tarkemman tarkastelun ulkopuolelle. Datapohjaisia palveluita listattaessa näistä mainitaan kuitenkin erilaisia esimerkkejä, sillä nykyhetkellä optimointiin tarkoitetut palvelut ovat iso osa erilaisia datan mahdollisuuksia. Rajauksen keskiössä on siis palveluntarjoajan keräämän datan muuttaminen muotoon, jossa se tuottaa lisäarvoa kiinteistöjen omistajille ja asiakkaille, kuitenkin huomioiden kohdeyrityksen luonne. OKH:n muodostamiseksi käsitellään toimeksiantajan eri järjestelmistä saatua dataa ja johtopäätökset tehdään tämän informaation valossa, mikä luonnollisesti vaikuttaa lopputulosten uskottavuuteen ja vertailtavuuteen. Näin ollen saatuja tuloksia ei voida yleistää välttämättä laajaan joukkoon yrityksiä, mutta

toisaalta tulokset voivat antaa hyviä ajatuksia erilaisten palveluiden kehittämiseen ja auttaa ymmärtämään paremmin datapohjaisia ratkaisuja.

1.4 Työn rakenne

Työn rakenne on seuraava: Luvussa kaksi perehdytään aihepiiriin kirjallisuuteen, sekä esitellään tutkimuksen kannalta keskeiset käsitteet ja ilmiöt. Luvun kaksi lopussa muodostetaan vastaus tutkimuskysymykseen yksi sekä esitetään konkreettisesti erilaisia dataa hyödyntäviä kiinteistöpalveluita kirjallisuuden ja yritysesimerkkien perusteella. Luvussa kolme esitellään empiirisessä osuudessa käytettävät tutkimusmenetelmät ja kuvaillaan empiirisen osuuden taustatilanne. Luvussa neljä esitellään empiirisen tutkimuksen alussa tehdyt haastattelut ja niiden tulokset yrityksen nykytilanteen selvittämiseksi tutkimuksen aihepiiriin liittyen. Luvussa viisi esitellään tarkemmin OKH:n muodostamiseen tarvittavat lähtökohdat, sekä toteutetaan kohdeyrityksen datalle analyysi, jonka avulla OKH voidaan muodostaa. Luvussa kuusi esitellään toteutettu konsepti kokonaisuudessaan, sen arviointi ja arvioinnin tulokset. Luvussa seitsemän keskustellaan muodostetun konstruktion merkityksestä ja haasteista. Luvussa kahdeksan vedetään tehty tutkimus yhteen ja pohditaan työn tieteellistä kontribuutiota.

2. DATA JA SEN ASIAKASARVO

Tässä luvussa määritellään työn kannalta keskeiset ilmiöt ja selvitetään, miten erilaisten teknologioiden avulla luodaan datapohjaista liiketoimintaa. Työn kannalta keskeisiä ilmiöitä ovat digitalisaatioon liittyen IoT ja big data. Luvussa perehdytään myös arvontuottoon ja aiemmin tehtyyn tutkimukseen arvontuotosta tukipalveluiden (kuten kiinteistöpalvelut) kohdalla. Tätä kautta saadaan teoreettinen perusta tutkimuksen taustalle.

Luvun kolmas alaluku liittyy kiinteistöjohtamisen ja kiinteistöpalveluiden toimialoihin. Näihin toimialoihin tutustutaan tarkemmin ja selvitetään, millaisia dataa hyödyntäviä kiinteistöpalveluita on kirjallisuuden perusteella olemassa nykyhetkellä ja mitkä asiat tulevat tulevaisuudessa olemaan merkittäviä mahdollisuuksia toimialalla. Molempien toimialojen tarkastelu on tarpeen, sillä näitä käsitellään usein rinnakkain kirjallisuudessa.

Kirjallisuuskatsauksen synteessinä saadaan vastaus tutkimuskysymykseen yksi ja osittain myös kysymykseen kaksi. Kirjallisuuskatsauksen avulla pystytään perehtymään tarkemmin tutkimuksen konstruktion valittuun palveluun ja saadaan lähtökodot konstruktion muodostamiseen.

2.1 Datan hyödyntäminen liiketoiminnassa

Tässä alaluvussa määritellään datapohjaisen palveluliiketoiminnan kannalta olennaiset ilmiöt ja teknologiat. Luvussa pohditaan, miten näiden avulla voidaan luoda arvoa erilaisille organisaatioille. Luvussa pyritään vastaamaan esimerkiksi seuraaviin keskeisiin kysymyksiin: Millaiset teknologiat mahdollistavat datan hyödyntämisen liiketoiminnassa? Miten datan avulla voidaan tuottaa lisäarvoa organisaatiolle? Millaisia liiketoimintamalleja ja mahdollisuuksia datan ja uusien teknologioiden käyttäminen luo?

2.1.1 Internet of Things

IoT on yksi keskeisimpiä ilmiöitä tämän työn kannalta, sillä myöhemmin tutkimuksessa käytettävä data on kerätty enimmäkseen IoT- verkostoista ja tämän teknologian kehittyminen on eräs suurimpia kiinteistöalan digitalisaation ajureita. Tässä työssä teorian osalta painopiste on IoT:n kaupallisessa soveltuvuudessa, ja tekniseen puoleen kohdistuvaa kirjallisuutta tarkastellaan vain siinä määrin, kun se on työn kannalta relevanttia.

Määritelmä

Termi IoT on teknologiaan liittyvässä kirjallisuudessa usein esiintyvä käsite ja kirjallisuutta tutkiessa löytyy sen määritelmistä vuosien varrella erilaisia variaatioita. Tanin & Wangin (2010) mukaan esimerkiksi kansainvälinen telekommunikaatioliitto (ITU) määritteli vuonna 2005 IoT:n olevan visio minkä tahansa asioiden yhteydestä, milloin ja missä tahansa. Tan & Wang (2010) itse määrittelevät termin tarkoittavan älykkäässä ympäristössä operoivia asioita, joilla on identiteetti ja virtuaalinen persoona ja jotka käyttävät älykkäitä rajapintoja yhdistämään itsensä ja kommunikoimaan ympäröivän maailman kanssa. Käsite on vakiintunut viime vuosina tarkoittamaan fyysisten asioiden keskinäistä kommunikaatiota verkon välityksellä, mikä on mahdollista erilaisten verkkoyhteyksien ja sensoreiden avulla (Dijkman et al. 2015). Näin ollen termistä voidaan puhua nykyään yleisesti kaikkien verkkoon liitettyjen laitteiden kohdalla. IoT on edelleen kehittyvä teknologia, ja sen tavoitteena on saada laitteet havaitsemaan ja prosessoimaan erilaista informaatiota ilman ihmisen vuorovaikutusta. Kirjallisuudessa IoT:ta voidaan käsitellä sekä teollisten että kuluttajille suunnattujen sovellusten tapauksessa ja toisinaan teollisessa kontekstissa käytetään termiä IIoT tai industry 4.0 (Burmeister et al. 2015). Tässä työssä käytetään kuitenkin sovelluskohdasta riippumatta termiä IoT.

Verkon rakenne

IoT-verkoston rakenteen suurpiirteinen ymmärtäminen on tärkeää, kun halutaan ymmärtää teknologian erilaisia sovelluksia ja mahdollisuuksia uudenlaisten palveluiden toteuttamiseen. Kirjallisuudessa esiintyy erilaisia versioita verkoston rakenteesta. Esimerkiksi Gubbi et al. (2013) mainitsevat IoT:n mahdollistajiksi fyysisten sensoreiden ja aktuaattoreiden lisäksi tallennus- ja laskentatyökalut, data-analytiikan, sekä datan tulkitsemisen mahdollistavat työkalut. Da Xu et al. (2014) puolestaan jakavat IoT:n neljään teknologiaan, jotka ovat identifiointi ja jäljitys, kommunikaatio, verkko ja palvelujohtaminen. Palvelujohtamisella tarkoitetaan tässä yhteydessä IoT:n implementaatiota käyttäjän tarpeisiin.

Eri lähteille on yhteistä se, että käyttäjän näkökulmasta verkosto rakentuu tyypillisesti 3-5 erilaisesta komponentista, jotka ovat: 1) laitteet ja sensorit, 2) verkko, 3) pilvilaskenta (datavarasto ja prosessointi), 4) analytiikka (data mining & prosessointi) ja 5) käyttäjän rajapinta. Tässä työssä verkoston rakenne määritellään Jia et al. (2019) mukaisesti kolmitasoiseksi. Heidän työssään verkosto esitellään rakentuvan seuraavista osista: 1) sovellustaso, 2) verkkotaso ja 3) havainnointitaso. Kolmitasoinen rakenne on havainnollistettu kuvassa 2.



Kuva 2. *IoT:n kolmitasoinen rakenne (mukaillen Jia et al. 2019)*

Havainnointitason vastuulla on datan kerääminen ympäröivästä fyysisestä maailmasta, ja usein taso sisältää sensoreita ja aktuaattoreita. Sensorit ovat laitteita, jotka synnyttävät elektronisia signaaleja fyysisten olosuhteiden perusteella, ja aktuaattorit puolestaan muuttavat nämä signaalit käytettävään muotoon (Jia et al. 2019). Havainnointitason olemassaolo on mahdollista erilaisten ICT-teknologioiden myötä ja alan kirjallisuudessa näistä yleensä mainitaan radiotaajuinen etätunnistus (RFID, radio frequency identification) ja langattomien sensorien verkosto (WSN, Wireless sensor network) (Lu & Wang 2010; Gubbi et al. 2015). Esimerkiksi tilan lämpötilaa mittaava sensori on WSN-verkoston kytketty anturi, joka havainnoi ympäristöä.

WSN tarkoittaa älykkäiden sensoreiden muodostamaa kokonaisuutta, joka muodostaa yhteydenpitoon soveltuvan verkon. Tämä kokonaisuus muodostuu laitteistosta (sensorit, prosessorit, lähettimet, virtalähteet), yhteysreiteistä, väliohjelmistosta (mekanismi, jolla yhdistetään eri osa-alueet) ja datan turvallisuuden varmistavasta järjestelmästä (Gubbi et al. 2013). WSN:n suurin hyöty on se, että tämä yhdistetty laitteiden verkosto mahdollistaa tiedon keräämisen, tallentamisen ja prosessoinnin ympäröivästä maailmasta tavalla, joka ei ole ollut aiemmin mahdollista. Sensorit voivat mitata erilaisia fyysisiä ominaisuuksia, kuten esimerkiksi sijaintia, liikettä, kiihtyvyyttä, nopeutta ja lämpötilaa. Rakennetun ympäristön kontekstissa WSN:n avulla on kerätty esimerkiksi olosuhdedataa ympäristöstä, tilojen kävijämääriä ja tietoja kiinteistön energiankuluksesta (Jia & Srinivasan 2015).

RFID-teknologia käyttää sähkömagneettista kenttää tunnistamaan ja jäljittämään tiettyyn kohteeseen asetetun tagin. Järjestelmä koostuu tagista, lukijasta, ohjelmistosta ja tietoverkosta. RFID-tagit voivat olla tyypiltään passiivisia tai aktiivisia. Passiiviset tagit seuraavat tapahtumia ilman ulkoista virtalähdettä, kun taas aktiiviset tagit toimivat ulkoisella virtalähteellä ja niissä on parempi kantama (Kumars et al. 2010). RFID systeemi pystyy tarjoamaan reaaliaikaista tietoa esimerkiksi asioiden sijainnista, mikä on perinteisesti hyödyttänyt esimerkiksi valmistajia, jakelijoita ja maahantuojia tavarankurssin seurannassa toimitusketjun varrella.

IoT:n kolmitasoisessa rakenteessa toinen taso on verkkotaso. Verkkotaso on IoT-järjestelmän tekninen ydin, sillä sen vastuulla on hallinnoida, prosessoida ja välittää havainnointitason keräämä raakadata. Datan välittämiseen verkkojen välillä on olemassa kaksi vaihtoehtoa: langallinen ja langaton yhteys. Langattoman yhteyden on kuitenkin havaittu olevan huomattavasti langallista skaalautuvampi ja tehokkaampi. Esimerkiksi langaton lähiverkko (Wi-Fi) ja Bluetooth ovat tyypillisiä yhteysteknologioita pienille verkoille, mutta isommille verkoille on olemassa myös muita verkkotyyppejä kuten ZigBee. Verkkotyyppejä ei käsitellä tai vertailla tarkemmin tämän työn puitteissa. (Jia et al. 2019)

IoT:n kolmas taso, sovellustaso, sisältää käyttäjälle näkyvän rajapinnan, jonka avulla voidaan suorittaa analyyskejä ja käyttää IoT:n avulla kerättyä dataa päätöksenteon tukena. Tämä rajapinta yhdistää näin ollen IoT:n haluttuihin toimialoihin, ja tämä mahdollistaa teknologian erilaiset sovellutukset (Silva et al. 2018). Sovellustason teknologiat vaihtelevat paljon halutun käyttökohteen myötä. Esimerkiksi koneoppiminen, big data -analytiikka ja pilvilaskenta ovat sovellustason mahdollistavia ilmiöitä. Sovellustaso muodostuu usein kahdesta osasta, jotka ovat laskentataso ja toimialan kontekstiin soveltuva rajapinta (Jia et al. 2019).

Liiketoimintamahdollisuudet

IoT:n todellinen läpimurto yritysmaailmassa vaatii taloudellisia tuottoja sen sovelluskohteilta, ja taloudellisten tuottojen saavuttaminen puolestaan edellyttää liiketoimintamalleja ja keinoja luoda arvoa (Dijkman et al. 2015). Gerpott & May (2016) kertovat, että IoT:n avulla voidaan luoda liiketoimintaa kahdella tavalla: muokkaamalla yrityksen omia tuotteita tai palveluita, tai vaihtoehtoisesti täydentämällä tarjoomaa kokonaan uusilla IoT-pohjaisilla palveluilla tai tuotteilla. Samaan ajattelumalliin pohjautuen IoT voidaan nähdä liiketoiminnassa mahdollistajana, lisäosana, tai ydintuotteena. Mahdollistaja tarkoittaa sitä, että IoT:n avulla voidaan saavuttaa jokin etu omaan liiketoimintaan (esimerkiksi sisäisen prosessin optimointi), mutta IoT ei kuitenkaan ole olennainen osa tarjoomaa. Lisäosalla tarkoitetaan tilannetta, jossa IoT on selkeästi osa tuotetta ja se tarjoaa arvoa asiakkaalle, mutta se vain tukee jotain ydintoimintoa. Ydinasemassa puolestaan IoT nähdään ensisijaisena arvon lähteenä, jolloin kyse on selkeästi uudenlaisesta tuotteesta. (Gerpott & May 2016)

Dijkman et al. (2015) esittävät tutkimuksessaan BMC-pohjaa hyödyntäen IoT-pohjaisen yrityksen liiketoimintamallin. Tämän perusteella esiin nousee kolme osa-aluetta, jotka ovat muita tärkeämpiä IoT:n kaupallisissa sovellutuksissa: arvolupaus, asiakassuhteet ja avainkumppanuudet. Nämä asiat ovat usein ne, jotka ratkaisevat IoT:tä hyödyntävän yrityksen menestyksen.

Arvolupaus oli tutkimuksessa selkeästi olennaisin osa-alue, ja tähän liittyen erityisesti ratkaisun käytettävyys, suorituskkyky, kyky tehdä luvattu asia ja päivitettävyyys olivat olennaisia menestyksen indikaattoreita (Dijkman 2015). Tämä tarkoittaa siis, että IoT-pohjaisen tarjooman tulee sisältää arvolupaus, joka on erityisen helppokäyttöinen, ymmärrettävissä oleva ja tarpeeseen mukautuva.

Asiakassuhteiden näkökulmasta IoT ratkaisuille keskeistä oli arvon yhteisluonti. Myös itsepalvelun mahdollistavat ratkaisut nähtiin tutkimuksessa isona mahdollisuutena. Esimerkiksi asiakas voi itsenäisesti tehdä jonkin asian IoT ratkaisulla, mikä olisi aiemmin vaatinut erityisen tahon tuottamaan kyseinen ratkaisu. Myös asiakasdatan avoin jakaminen on olennainen osa asiakassuhteen syntymistä. (Dijkman 2015) Arvon yhteisluontia käsitellään myöhemmin tässä tutkimuksessa.

Kolmas merkittävä tekijä IoT-pohjaiselle liiketoiminnalle on kumppanuudet. Tutkimuksen mukaan ohjelmistokehittäjät, pilottiasiakkaat, laiteoimittajat ja data-analyyysikumppanit ovat erittäin tärkeitä IoT-ratkaisujen kehittämiseksi (Dijkman 2015). Tämä on luonnollista, sillä uusien teknologioiden kehittäminen vaatii laajaa yhteistyötä koko liiketoimintakosysteemissä ja perinteinen ajattelutapa siitä, että yksi yritys tuottaisi itsenäisesti kaiken ei päde.

Erilaiset ratkaisut

Vaikka IoT:sta on puhuttu jo vuosia, teknologia on edelleen kehittymässä ja tulevaisuudessa sillä tulee olemaan paljon potentiaalia ja uusia sovelluskohteita erilaisilla liiketoiminta-alueilla (Atzori et al. 2010; Da Xu et al. 2014). Teknologian sovelluskohteet voidaan jakaa käyttötarkoituksen mukaan erilaisiin kategorioihin. Gubbi et al. (2013) jaottelevat IoT:n sovelluskohteet käyttökohteen mukaisesti kotikäyttöisiin ratkaisuihin, yrityskäyttöisiin ratkaisuihin, välillisiin ratkaisuihin ja mobiiliratkaisuihin. Kotikäyttöiset ratkaisut ovat sellaisia, joiden tuottamaa informaatiota hyödyntävät verkossa toimivat yksityishenkilöt. Tällaisia ratkaisuja ovat esimerkiksi oman terveyden ja kehon monitorointiin tarkoitettut sovellutukset, sekä kodin varusteluiden (esim. ilmastointi, valot, turvallisuus) hallinnointi. Sovellutukset toimivat usein WiFi-verkolla ja yleensä kerätty data lähetetään ja tulkitaan älypuhelimien sovellusten kautta.

Yritys- tai organisaatiokontekstissa puhuttaessa IoT:n sovellutuksia ovat esimerkiksi toimitilojen monitorointi (valot, kävijämäärät), sekä erilaiset teollisuuden sensorit (turvallisuus, automaatio, lämpötila jne.). Da Xu et al. (2014) mainitsevat yrityspuolella IoT:n sovellutuksia olevan erityisesti terveydenhuoltopalveluissa, ruokien toimitusketjuissa, kaivosteollisuudessa, kuljetuksessa ja logistiikassa, sekä paloturvallisuudessa. Tulevai-

suudessa organisaatiokategorian isompia sovellutuksia tulevat olemaan älykkäät ympäristöt, kuten esimerkiksi älykkäät toimistot ja kaupungit. Älykkäässä kaupungissa on viisioitu olevan mahdollisuus esimerkiksi monitoroida reaaliaikaisesti terveydenhuoltoa, allokoida tarkasti hätäkeskuksen resurssit ja tarkkailla liikennemääriä reaaliajassa (Gubbi et al. 2013).

Välillisillä ratkaisulla tarkoitetaan IoT:n sovellutuksia alueellisessa tai kansallisessa kontekstissa. Tällaista informaatiota käytetään erilaisten palvelujen optimointiin suoraan kuluttajille tarjotun hyödyn sijaan. Tällaisia sovellutuksia ovat esimerkiksi älykkäät sähköverkot. Älykäs sähköverkko hyödyntää erilaisia teknologioita (laitteita, tai ohjelmistoja), jotka tekevät verkosta luotettavamman, monikäyttöisemmän, turvallisemman, mukautuvamman ja käyttäjien näkökulmasta hyödyllisemmän (Sioshansi 2011). Mobiiliratkaisulla puolestaan tarkoitetaan logistiikan ja kuljetusten tarpeisiin kehitettyjä sovellutuksia. Nämä ovat oma kategoriansa, sillä IoT-verkon rakenne on poikkeava tässä tapauksessa. Tulevaisuudessa tällä osa-alueella mahdollisia käytännön sovelluksia ovat esimerkiksi itse ajavat autot ja älykäs liikenne. (Gubbi et al. 2013)

Teknologian tulevaisuus

Koska IoT on kehittyvä teknologia ja sillä on paljon ilmeisiä hyötyjä, ennustetaan sille isoa kasvua tulevaisuudessa. Teknologia tulee levittäytymään yhä laajemmalle alueelle yrityskontekstissa, ja sovelluskohteiden lisääntyessä kysyntä kasvaa (Palattella et al. 2016).

Teknologian leviäminen ei ole kuitenkaan ongelmaton ja vaikka teoriassa IoT:lle nähdään todella paljon potentiaalia, on vielä kysymyksiä selvittämättä. Erilaiset haasteet voidaan jakaa kirjallisuuden perusteella karkeasti kolmeen kategoriaan (Da Xu et al. 2014), joihin kaikkiin liittyy omia alahaasteita. Kategoriat ovat seuraavat:

- **Tekniset haasteet.** Erilaisia teknisiä haasteita ovat esimerkiksi palveluarkkitehtuurin sekä toimivan heterogeenisen verkon luominen, integraatio perinteisten IT-järjestelmien kanssa, sekä datamäärien prosessointi (Da Xu et al. 2014).
- **Standardointi.** Teknologian nopea kehittyminen hankaloittaa sen vakiintumista. Tarvitaan kuitenkin vahvaa koordinoitua ja vakiintuneita käytäntöjä, jotta esimerkiksi eri maissa toimivat laitteet voivat kommunikoida saumattomasti. Standardoinnin puutteessa eri toimijat kehittävät omia ratkaisujaan, mutta laajalle levittäytyminen vaatisi yhtenäisiä käytäntöjä. (Atzori et al. 2010)
- **Tietoturva ja yksityisyys.** IoT:n leviämiseen liittyen sen isoimpia haasteita ovat tietoturva ja datan yksityisyyden varmistaminen, sillä verkkojen monimutkaisuus

lue uudenlaisia haasteita tietoturvalle (Miorandi 2012). Esimerkiksi monet yksityishenkilöille tarjottavat palvelut eivät ole nykyisellään riittävän turvallisia yrityskäyttöön.

Da Xu et al. (2014) näkevät IoT:n kehityksen inkrementaalisenä, ja teknologian leviämisen edistämiseksi tutkimuksen tulee keskittyä em. haasteiden ratkaisemiseen. Tulevaisuudessa tutkimuksen trendejä voisivat olla edellä mainittujen haasteiden lisäksi teknologian sosiaalinen ja vihreä versio, AI ja älykkäät laitteet, sekä IoT ja pilvilaskenta. Tämän työn puitteissa ei mennä kuitenkaan tämän syvemmälle IoT:n kehitykseen.

2.1.2 Big data

Toinen työn kannalta keskeinen ilmiö on big data, sillä tutkimuksessa tutustutaan kohdeyrityksen keräämään isoon datamäärään, joka on laajasta näkökulmasta tarkasteltuna big dataa. Big datan syntyminen on myös eräs isoimpia ajureita data-analytiikan kehittämiseen, sillä datan hyödyntämiseen täytyy kehittää entistä parempia työkaluja. IoT:n ja runsaan verkkoliikenteen seurauksena datamäärä lisääntyy maailmassa todella nopeasti. IBM:n tutkimuksen mukaan joka päivä syntyy 2,5 triljoonaa bittiä dataa ja yli 90% maailman datasta on syntynyt vuoden 2010 jälkeen (Morton 2014, 1). Data sisältää todella paljon potentiaalia erilaisten ratkaisujen kehittämiseen esimerkiksi yritysten liiketoimintaan liittyen. On kuitenkin huomattava, että nykyään suurin osa datasta on strukturoimatonta ja muodoltaan tekstiä ja kuvia, mikä luo oman haasteensa datan hyödyntämiselle (Kaisler et al. 2013). Big datan tutkimus on yleistynyt 2010-luvulla, ja erityisesti viime vuosina kehittyneet analysointiteknologiat mahdollistavat datan hyödyntämisen entistä paremmin ja useammassa kontekstissa. Big datan kehittyminen tuleeikin todennäköisesti vaikuttamaan kaikkeen liiketoimintaan ja avaamaan uusia mahdollisuuksia yrityksille (Marr 2005, s. 4). Big datalla on arvoa ja isoja mahdollisuuksia myös yrityskontekstin ulkopuolella, mutta tässä työssä tarkastellaan aihetta ensisijaisesti yritysten ja liiketoiminnan näkökulmasta.

Määritelmä

Davenport & Dyché (2013) määrittelevät big datan dynaamisena, isona ja vaihtelevana datajoukkona, joka syntyy ihmisten, työkalujen ja koneiden toiminnan seurauksena. Toisaalta big datalla tarkoitetaan myös datajoukkoa, jonka määrä on niin suuri, että sen käsittelyminen perinteisillä laskentamenetelmillä veisi niin kauan aikaa, että halutun tehtävän suorittaminen ei olisi mielekästä (Han et al. 2012). Big dataa kuvaillaan perinteisesti kirjallisuudessa kolmen V:n avulla, jotka ovat volyymi, vauhti ja vaihtelevuus. Näillä tarkoitetaan datan suurta määrää (yleensä vähintään teratavu), datan lisääntymisen

suurta nopeutta ja datan huomattavaa monimuotoisuutta. (Davies & Patterson 2012, s. 4) Toisaalta big data voidaan jakaa myös kahteen luokkaan, jotka ovat fyysisistä laitteista saatu data (IoT-sensorit, verkkolaitteet, erilaiset kokeet) sekä yhteisöistä saatu data (internetlähteet) (Jin et al. 2015).

Eri tutkimuksissa (esim. Kaisler et al. 2013 ja Katal et al. 2013) mainitaan big datalle perinteisen kolmen V:n lisäksi kolme muuta ominaisuutta. Ominaisuudet on esitelty alla:

- **Datan arvo**, eli sen käytettävyys päätöksenteon tukena. Data on arvokasta vain, jos sitä voidaan käyttää päätöksenteossa ja jos se on luotettavaa, eli eheää ja ajantasaista.
- **Kompleksisuus**, jolla tarkoitetaan datan kytkeytymistä muuhun dataan ja sen tulkittavuutta. Esimerkiksi pieni muutos johonkin datan osaan saattaa aiheuttaa muuhun dataan isoja muutoksia ja vääristymiä.
- **Vaihtelevuus**, eli datavirran kausittainen vaihtelu. Toisinaan dataa kertyy nopeammin kuin tiettyinä ajanjaksoina.

Teknologiat

Big datan analysointi vaatii uudenlaisia, innovatiivisia ja toisaalta saatavilla olevia teknologioita datan keräämiseen, tallentamiseen ja prosessointiin. Edellisessä alaluvussa käsitellyt IoT-pohjaiset sovellukset sekä lisääntynyt verkkoliikenne synnyttävät nykyään isoja datamassoja. Datan syntyminen jälkeen se täytyy kuitenkin pystyä varastoimaan ja tästä varastosta dataa tulee pystyä prosessoimaan kulloisenkin tarpeen mukaisesti.

Yritysten kohdalla kaikki data on lähtökohtaisesti tallennettuna erilaisiin operatiivisiin tietokantoihin, kuten ERP-, tai CRM-järjestelmiin. Näitä järjestelmiä ei kuitenkaan ole tarkoitettu data-analyysien suorittamiseen, ja tätä varten tarvitaan luonteeltaan erilainen tietovarasto. Kirjallisuudessa puhutaan usein datavarastosta. Datavarastolla tarkoitetaan keskitettyä datan hallinnointiin tarkoitettua alustaa, joka kerää dataa useista lähteistä ja tallentaa sen siten, että siihen on mahdollista tehdä kyselyitä päätöksenteon tueksi. Kyseessä ei ole yksittäinen ohjelmisto, vaan enemmänkin kokonaisvaltainen ympäristö. (Han et al. 2012, s. 126)

Datavarasto on erillään operatiivisista tietokannoista ja sen käyttäjäryhmä on yleensä eri kuin operatiivisilla tietokannoilla. Datavarastoa käyttävät pääasiassa vain tahot, joiden vastuulla on suorittaa data-analyyskejä, kun taas operatiivisia tietokantoja käyttää usein koko yritys. Operatiivisiin tietokantoihin kohdistuu usein keskenään samankaltaisia, lyhyitä ja irrallisia operaatioita, kuten esimerkiksi asiakastietojen päivitystä. Datavarastojen tavoitteena on koota kaikki yrityksen informaatio samaan paikkaan, jotta sen perusteella

voidaan muodostaa informaatiota päätöksenteon tueksi. Siihen kohdistuvat operaatiot voivat olla monimutkaisia ja laajoja. (Ponniah 2010)

Tyypillisesti datavarastoon on tallennettu koko yrityksen datahistoria ja dataa ei muokata varastossa, vaan tehdään kyselyitä, joiden perusteella kerättyä dataa prosessoidaan eteenpäin. Tiivistetysti olennaisimmat erot datavarastojen ja operatiivisten tietokantojen välillä on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Erot datavaraston ja operatiivisten tietokantojen välillä (mukaillen Ponniah 2010)

| | Operatiivinen tietokanta | Datavarasto |
|-----------------------|---------------------------------|--|
| Datasisältö | Nykyhetki | Arkistoitu, historiallinen, yhdistelty |
| Datarakenne | Optimoitu transaktioihin | Optimoitu monimutkaisiin kyselyihin |
| Käytön määrä | Runsas | Keskiverto tai vähän |
| Käytön tyyppi | Luku, päivitys, poisto | Luku |
| Käyttö | Ennustettavissa, toisteista | Tilanteen mukaan, satunnaista |
| Käyttäjäjoukko | Laaja | Varsin pieni |

Datavarastoihin liittyen löytyy paljon myös teknistä tutkimusta, mutta koska se ei ole tämän työn ydinasia, jätetään aihepiiriin tekninen tarkastelu pois tästä työstä.

Varastoinnin lisäksi big datan prosessointi poikkeaa perinteisistä menetelmistä siten, että se vaatii huomattavasti suurempaa laskentatehoa. Tämän työn puitteissa aihetta tarkastellaan kevyesti ja lähinnä mainitaan hajautettua laskentaa hyödyntävät menetelmät. Kirjallisuuden perusteella (esim. Hashem et al. 2013) eräs yleisimmistä vaihtoehtoista on Hadoop, joka on avoimen lähdekoodin ohjelmistokirjasto. Hadoopin avulla kyselyt voidaan hajauttaa usealle tietokoneelle, jotka eivät jaa samaa muistia. Koska Hadoop skaalautuu jopa tuhansille tietokoneille, voidaan sen avulla saavuttaa merkittävästi isompi laskentateho, kuin yksittäistä tietokonetta käyttämällä ja näin ollen voidaan suorittaa merkittävästi isompia laskentaoperaatioita. (Hashem et al. 2013)

Arvontuotto

Big datan arvo liiketoiminnalle muodostuu erityisesti siitä, että sen avulla voidaan muodostaa erilaista hyödyllistä tietoa, jonka avulla voidaan puolestaan saada kilpailuetua markkinoilla. Big dataan viitataan toisinaan ”digitaalisena öljynä” sen arvosta johtuen (Yi et al. 2014).

Ohlhorst (2013, s. 4) jaottelee big dataan pohjautuvan analyysin mahdollisuudet yrityksen arvontuotossa viiteen kategoriaan, jotka ovat liiketoimintatiedon hallinta, data mining, tilastolliset menetelmät, ennakoiva analyysi ja datamallinnus. Liiketoimintatiedon hallinnalla hän tarkoittaa isoa määrää toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on tuottaa informaatiota päätöksenteon tueksi. Loput Ohlhorstin (2013) mainitsemista kategorioista

ovat erilaisia analyysikategorioita, joihin big data tulee tarjoamaan uudenlaisia mahdollisuuksia, ja nämä menetelmät tulevat parantamaan välillisesti liiketoimintatiedon hallintaa. Suurimpana ajurina datan hyödyntämisen kehittämiseen on yritysten loputon kilpailuedun ja kasvun tavoittelu.

Tutkimuksissa mainitaan erilaisia näkökulmia siitä, millaisissa tilanteissa big data voi tukea yritysten arvontuottoa. Alle on poimittu kirjallisuudesta muutamia käytännön esimerkkejä:

- **Läpinäkyvyyden luominen** big datan avoimella saatavuudella. Kun dataa jaetaan avoimesti, mahdollistaa se uudenlaisia liiketoimintamalleja ja hyödyttää yrityksiä esimerkiksi kustannusten pienentymisen tai laadun parantumisen muodossa. (Kaisler et al. 2013)
- **Kokeellisten analyysien tukeminen**, joiden avulla voidaan testata yksittäisiä päätöksiä esimerkiksi markkinointikampanjan onnistumista. (Kaisler et al. 2013)
- Entistä tarkempi **markkinasegmenttien löytäminen**. Kun dataa asiakkaista on entistä enemmän, on yhä helpompaa tunnistaa oikeita asiakasryhmiä. (Russom 2011)
- **Reaaliaikaisten analyysien ja päätösten tekeminen** sensoreiden ja asiakkaiden käytöksen perusteella. (Russom 2011)
- **Kiinteistöjen huoltokustannusten pienentäminen** dataperusteisen huollontarpeiden ennustamisen kautta (Reffat et al. 2006)
- **Ennusteiden luominen** datamassan pohjalta. Kun dataa on enemmän, pystytään siitä laatimaan entistä tarkempia ennusteita esimerkiksi myynnin ja markkinoinnin tueksi. (Pries & Dunnigan 2015)

Big datan arvontuotosta voidaan todeta tiivistetysti, että arvo muodostuu datasta löydettävästä uudesta tietämyksestä, jonka perusteella voidaan tehdä liiketoiminnan näkökulmasta entistä parempia päätöksiä ja tehostaa erilaisia toimia. Yllä oleva listaus on vain pieni joukko tapauksia, joissa big dataa voidaan hyödyntää ja sitä ei pidä lukea kattavana selvityksenä eri mahdollisuuksista.

Big datan tulevaisuus

Vaikka big data on lupaava mahdollisuus ja potentiaalisesti kokonaisia toimialoja disruptiiva ilmiö, on sen hyödyntämisessä vielä kirjallisuuden perusteella useita haasteita. Ongelmien ratkaiseminen onkin tärkeää, jotta big dataa voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa entistä laajemmin.

Sivarajah et al. (2017) jaottelevat big dataan liittyvät haasteet kolmeen kategoriaan, jotka ovat dataan liittyvät, datan prosessointiin ja datan hallinnointiin liittyvät ongelmat. Alla on tiivistetty kirjallisuudesta muutamia esimerkkejä kuhunkin kategoriaan liittyen:

- Datan ongelmat
 - **Big datan ominaisuuksien haasteet.** Näitä ovat esimerkiksi datan laatu, virheiden sietäminen, soveltuvuus ja heterogeenisyys. (Hashem et al. 2015)
- Datan prosessoinnin ongelmat
 - **Tallentaminen ja prosessointi.** Big data vie koko ajan enemmän tilaa, joten sen tallettaminen, siirtäminen ja prosessointi on vaikeaa. (Sivarajah et al. 2017)
 - **Vaadittu osaaminen ja organisaation tuki.** Koska big data on kehittyvä ilmiö, tarvitaan tulevaisuudessa merkittävää panostusta yrityksiltä, koulutettuja osaajia ja uudenlaisia liiketoimintamalleja. (Assunção et al. 2015)
- Datan hallinnoinnin ongelmat
 - **Yksityisyys ja turvallisuus.** Tämä lienee isoin haaste big dataan hallinnointiin liittyen, sillä siihen liittyy monia näkökulmia, kuten yksilöiden tietosuoja ja virheellisten päätelmien tekeminen. (Katal et al. 2013)
 - **Dataan pääsy ja jakaminen.** Jos datan pohjalta halutaan tehdä tarkkoja päätöksiä, täytyy sen olla jatkuvasti saatavilla halutun vasteajan puitteissa. (Hashem et al. 2015)

Dataan liittyvät haasteet kuvataan tyypillisesti kirjallisuudessa liittyvän datan ominaisuuksiin kuten edellä kuvattuihin big datan 6 V:tä (esim. monimuotoisuus ja nopea lisääntyminen). Datan prosessointiin liittyvät haasteet ovat esimerkiksi datan tulkitsemiseen, varastointiin ja mallintamiseen liittyvät ongelmat. Datan hallitsemisen ongelmia ovat esimerkiksi yksityisyyden ja turvallisuuden varmistaminen. Haasteista huolimatta, big datan tutkimus on uusi tieteenala, ja datamäärän lisääntyessä myös mahdollisuudet uuden tietämyksen luontiin lisääntyvät. Koska datan lisääntyminen kiihtyy väistämättä, tulee tämä muuttamaan yritysten toimintaympäristöjä tavalla tai toisella.

2.1.3 Tiedonluonti ja data mining

Kuten edellisistä alaluvuista käy ilmi, IoT-ympäristöstä ja verkkoliikenteen pohjalta kertyy nykypäivänä isoja määriä dataa ja yritykset pystyvät käyttämään tätä dataa omiin tarkoituksiinsa. Kiinnostavan tiedon erottelu datamassasta on kuitenkin iso haaste, sillä usein data on strukturoimatonta ja kompleksista. On myös muistettava, että datan arvo realisoituu vasta kun sitä jalostetaan eteenpäin, ja yleensä data itsessään ei hyödytä yritystä.

Data mining tarkoittaa kiinnostavan ja potentiaalisesti hyödyllisen informaation erottelua datamassasta käyttäen erilaisia tilastollisia ja koneoppimisen menetelmiä (Han et al. 2012). Geng & Hamilton (2006) määrittelevät data miningin olevan algoritminen prosessi, jossa syötteenä on data ja ulostulona on erilaisia malleja, kuten datan luokittelua tai assosiaatioita datapisteiden välillä. Data mining voi olla luonteeltaan deskriptiivistä tai prediktiiivistä. Deskriptiivinen data mining pyrkii löytämään yhtenäisyyksiä datan joukosta, kun taas prediktiiivinen pyrkii ennustamaan haluttuja asioita datan perusteella (Peña-Ayala 2014).

Data mining on keskeinen osa tiedonluontiprosessia, jonka avulla raakadatasta muodostetaan tietämystä organisaatiolle. Kirjallisuudessa prosessista käytetään usein nimitystä KDD (Knowledge discovery from data). Prosessi koostuu seitsemästä vaiheesta, jotka on esitelty alla Han et al. (2012) mukailleen:

1. **Datan puhdistaminen** (virheellisen ja epätarkan datan poistaminen)
2. **Datan integrointi** (usean datalähteen yhdistäminen)
3. **Datan valitseminen** (relevantin datan valitseminen analysointiin)
4. **Datan muuntaminen** (Data muutetaan muotoon, jossa sitä voidaan prosessoida.)
5. **Data mining** (Erilaisia menetelmiä käyttäen löydetään kiinnostavia malleja.)
6. **Mallin arviointi** (Arvioidaan, mitkä löydettyistä asioista ovat kiinnostavia.)
7. **Tietämyksen esittäminen** (Muutetaan tulokset muotoon, jossa niitä voidaan tarkastella ymmärrettävästi.)

Prosessin vaiheet 1-4 liittyvät datan esivalmisteluun data miningia varten ja vaiheet 6-7 liittyvät tulosten tarkasteluun. Prosessissa on myös huomioitava, että se vaatii olemassa olevaa tietämystä tulosten tarkasteluun ja oikean datan valitsemiseen (Han et al. 2012). Esimerkiksi tilanne, jossa datan pohjalta ennustetaan tulevien kuukausien myyntiä, vaatii mallin tekeminen tietämystä siitä, millaista dataa malliin tarvitaan, miten sitä täytyy prosessoida ja mitä menetelmiä tulee käyttää. Tämän jälkeen mallia tulee osata arvioida

kriittisesti ja mahdollisesti kehittää eteenpäin, mikä vaatii myös tietämystä esimerkiksi realistisista tuloksista aiemman tietämyksen valossa. Lopuksi kun löydettyä informaatiota esitetään eteenpäin, on aikaisemmilta vuosilta kertynyt tietämys tarpeen, jotta voidaan tulkita, onko ennuste positiivinen vai negatiivinen.

2.1.4 Datan kaupallistaminen

Neljäs tämän tutkimuksen kannalta kiinnostava, datan hyödyntämiseen liiketoiminnassa liittyvä näkökulma on datan kaupallistaminen ja arvottaminen, sillä tässä tutkimuksessa etsitään uusia datapohjaisia mahdollisuuksia lisäarvon tuottamiseen. Woerner & Wixom (2015) havainnollistavat, että kaksi erilaista keinoa hyödyntää big dataa ovat datan kaupallistaminen sekä digitaalinen muutos. Digitaalisella muutoksella viitataan datan ja digitalisaation tuomiin uusiin mahdollisuuksiin esimerkiksi yritysten ekosysteemeihin liittyen. Yritykset voivat laajentaa datan jakamisen myötä toimintaansa niin, että eri yritysten rajat hämärtyvät ja perinteisten toimijoiden roolit muuttuvat. Tässä luvussa tarkastellaan kuitenkin ensisijaisesti datan kaupallistamista.

Woerner & Wixom (2015) määrittelevät datan kaupallistamisen toimintana, jossa vaihdetaan informaatioon perustuvia tuotteita ja palveluita laillisiin maksuvälineisiin tai johonkin muuhun, jolla on arvoa. Tämän lisäksi he mainitsevat kolme erilaista tapaa kaupallistaa dataa, jotka ovat myynti, vaihtokauppa ja paketointi. Paketoinnilla tarkoitetaan datan lisäämistä jonkin yrityksen ydinpalvelun yhteyteen. Yritys voi tarjota asiakkaalle arvokasta informaatiota jostain tuotteeseen liittyvästä ominaisuudesta, mikä tekee tarjoomasta houkuttelevamman. Esimerkiksi pakettien toimituspalvelut tarjoavat asiakkaille kattavia seurantamahdollisuuksia. Datan myynti tarkoittaa informaatioon perustuvien tuotteiden ja palvelujen myyntiä (raakadataa, jalostettua dataa, raportteja, tai analytiikkaa). Tällaisia palveluita tarjoavat esimerkiksi kohdemarkkinointia tarjoavat yritykset, kuten Google ja Facebook, joiden keräämä data mahdollistaa mainonnan tarkan kohdentamisen asiakkaille. Vaihtokaupalla tarkoitetaan sitä, kun yritykset jakavat informaatiota toisten toimijoiden kanssa saadakseen itselleen uusia työkaluja, palveluita, tai tarjouksia. Tämä on yleistä esimerkiksi jälleenmyyntiin liittyvän liiketoiminnan kohdalla, kun jälleenmyyjät jakavat myyntitilastojaan toimittajien kanssa. Datan vaihtaminen liittyy myös osittain aiemmin mainittuun ekosysteemien muutokseen ja datan avoin vaihtaminen luo kokonaan uusia liiketoimintaympäristöjä (Lindman et al. 2016). Esimerkiksi liikennepalvelun tarjoaja voi jakaa reaaliaikaisia sijaintitietoja ja aikatauluja avoimesti eri ohjelmistokehittäjien tarkoituksiin, jotta kehitetyt sovellukset tekisivät ydintuotteesta kiinnostavamman.

Datan kaupallistamiseen liittyvässä kirjallisuudessa mainitaan toisistaan hieman poikkeavia näkökulmia. Esimerkiksi Najjar & Kettninger (2013) määrittelevät datan kaupallistamisen tarkoittavan yksinkertaisesti datassa piilevän abstraktin arvon muuttamista todelliseksi arvoksi. Tähän on heidän mukaansa kolme vaihtoehtoa, jotka ovat datan myyminen suoraan, sen muuttaminen muuhun hyödylliseen muotoon, tai kustannusten välttäminen datan avulla, mikä on osittain samankaltainen jaottelu kuin Woernerin & Wixomin (2015) artikkelissa. Najjar & Kettninger (2013) näkevät, että yritysten tulisi siirtyä kohti mallia, jossa dataa jakamalla voidaan hankkia kilpailuetua yhdessä yhteistyökumppaneiden kanssa. Tämä on tärkeää koska datan kaupallistamiseen liittyy vahvasti myös sekä teknologinen infrastruktuuri että analytiikan osaaminen, mikä vaatii yrityksiltä uudenlaista tietotaitoa.

Wixom & Ross (2017) mainitsevat datan kaupallistamiseen kolme erilaista keinoa: sisäisten prosessien ja päätöksenteon kehittäminen, informaation tuottaminen yrityksen ydinpalveluiden ympärille ja informaation myyminen uusille ja nykyisille markkinoille. Teoriassa yritys pystyy hyödyntämään kaikkia osa-alueita samanaikaisesti, mutta käytännössä jokainen tapa vaatii erityistä hallinnointia, joten usein yritykselle on järkevämpää keskittyä kaikkein potentiaalisimpaan osa-alueeseen.

Sisäisten prosessien kehittäminen on välittömin keino hyödyntää dataa. Esimerkiksi toiminnan tehostaminen tuottaa yrityksille säästöjä, ja yritykset ymmärtävät tämän mahdollisuuden helposti. Usein yrityksillä on mahdollisuus myös kehittää palveluitaan paketoimalla datasta muodostettua informaatiota niiden ympärille. Data tarjoaa mahdollisuuden tarjota lisäarvoa asiakkaille ja tätä kautta haetaan kilpailuetua, lisämyyntiä ja asiakasuskollisuutta. Paketoinnin hyödyntäminen vaatii kuitenkin asiakkaiden ongelmien tuntemista ja sitä ratkaisun kehittämisen tulisi lähteä siitä liikkeelle. Esimerkiksi eräs yhdysvaltalainen pankki huomasi, että asiakkaat ovat huolissaan luottokorttien väärinkäytöstä, mutta jokaisen tapahtuman läpikäynti vaatii paljon aikaa. Ratkaisuksi pankki liitti jokaisen korttioston yhteyteen tiliotteeseen kyseisen yrityksen logon, jolloin asiakkaat näkivät nopeammin logon perusteella, mihin ostokseen tapahtuma liittyy. Huomattavaa on myös se, että usein paketoinnin yhteydessä huomataan puutteita yrityksen sisällä, jolloin tarvitaan investointeja, jotta paketointi ei vauriota yrityksen arvonlupausta esimerkiksi paljastamalla asiakkaalle kriittisiä ongelmia myyjän toiminnassa. Kolmas vaihtoehto kaupallistamiseen, datan myyminen, on vaikein näistä kolmesta keinosta toteuttaa, koska se vaatii usein yrityksiltä kokonaan uuden liiketoimintamallin. (Wixom & Ross 2017)

Datan arvon määrittämiseen on erilaisia vaihtoehtoja. Short & Todd (2017) määrittelevät datan arvon muodostuvan kolmesta osa-alueesta: data omaisuutena, datan käyttöarvo,

sekä datan arvo tulevaisuudessa. Datan ajattelemisen strategisena omaisuutena mahdollistaa esimerkiksi datan myynnin eteenpäin tai uusien dataan pohjautuvien sovellusten kehittämisen. Tämä ajattelutapa ei ole uusi, sillä yritykset ovat jo vuosikymmeniä hyödyntäneet esimerkiksi kanta-asiakasohjelmia, joissa ideana on antaa asiakkaille tiettyjä etuja heidän datansa vastineeksi. Datan arvo käytössä tarkoittaa ajatuksena sitä, että kulutustuotteista poiketen yleensä datan arvo ei heikkene mitä useammin sitä käytetään. Esimerkiksi karttapalvelun tarjoava sovellus hyödyttää aina käyttäjää, joka on ensimmäistä kertaa tietyllä alueella. Datan käytössä suurimmat kustannukset aiheutuvat datan keräämisestä, tallentamisesta ja ylläpidosta, mutta käyttökustannukset ovat yleensä pienet. Datan tulevaisuuden arvon määrittämiseen puolestaan liittyy kysymykset siitä, miten aineetonta pääomaa voidaan arvottaa ja mitata esimerkiksi taseessa.

Zhu & Madnick (2009) kertovat, että yritys voi nostaa datansa arvoa kahdella tavalla: myymällä yksityistä dataansa ja käyttämällä dataa uudelleen. Esimerkiksi eBay hyödyntää dataa ensin analysoimalla asiakkaidensa jokaista liikettä sivustollaan ja sen jälkeen myymällä tätä dataa kolmansille osapuolille. Tässä tapauksessa datan myynti luo sille kokonaan uuden käyttötarkoituksen ja yritykselle uuden rahavirran.

Tulevaisuuden isoimpana haasteena datan kaupallistamiseen liittyen Opresnik ja Taisch (2015) mainitsevat big dataan liittyvän ominaisuuden: sen käytettävyyden päätöksenteon tukena. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka yritykset pystyvät keräämään isoja määriä dataa, on haastavaa löytää juuri oikeanlaista dataa, jonka pohjalta erilaisia kiinnostavia asioita pystytään selvittämään. Suurin osa kerätystä datasta ei luultavasti hyödytä omistajia tai ole kaupallistettavissa erilaisten rajoitusten vuoksi. Tämän vuoksi siirtyminen kohti Najjarin & Kettnerin (2013) mainitsemaa mallia, jossa arvoa luodaan datasta yhteistyössä muiden kumppaneiden kanssa, on tärkeä näkökulma.

2.2 Asiakasarvo ja palveluiden arvontuotto

Tutkimuksen ensimmäinen tutkimuskysymys on selvittää millaiset asiat tuottavat arvoa kiinteistön omistajalle, vuokralaiselle ja käyttäjille kiinteistöpalveluiden kontekstissa. Tässä luvussa määritellään tarkemmin asiakasarvo ja sen tuottaminen, joiden ymmärtäminen on edellytys tutkimuskysymykseen vastaamiselle. Määritelmän kautta pystytään pohtimaan myös uusia arvontuoton mahdollisuuksia tarkemmin. Tutkimuskysymykseen vastaamiseksi keskeinen alakysymys on, mitä on asiakasarvo ja miten se syntyy? Toisaalta kysymykseen vastatakseen tulee tietää myös, millaiset asiat vaikuttavat asiakasarvon muodostumiseen erityisesti palveluiden kontekstissa?

2.2.1 Asiakasarvo

Arvon tuottaminen kilpailijoita paremmin on yrityksille ensisijaisen tärkeää kilpailuedun saavuttamisen ja yrityksen liiketoiminnan säilyvyyden kannalta. Voidaan myös ajatella, että arvon tuottaminen ylipäättään on yrityksen olemassaolon perusta. Koska arvolla on vahva kytkös yritysten liiketoimintaan, on siitä paljon eri tieteenalojen kirjallisuutta. Sille on esitetty erilaisia määritelmiä kontekstista riippuen (esim. Zeithaml 1988; Woodruff 1997; Khalifa 2004; Ulaga & Eggert 2006) eikä yksiselitteistä määritelmää ole olemassa. Selvyyden vuoksi mainitaan, että tässä työssä asiakasarvolla tarkoitetaan tarjooman tuottamaa arvoa asiakkaalle eikä esimerkiksi asiakkuuden arvoa, jolla viitataan taas siihen, kuinka arvokas asiakas on myyjäosapuolelle. Lisäksi työssä keskitytään ensisijaisesti hyöty-uhraus pohjaiseen arvon määritelmään, joka on vain eräs lähestymistapa asiakasarvoon (Khalifa 2004).

Määritelmä

Arvolle ei ole olemassa yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Eräissä lähteissä arvo määritellään yksinkertaisesti esimerkiksi näin: "hinta, jonka asiakas on valmis maksamaan" (Porter 1998) tai: "asiakkaan kokemus tuotteen ominaisuuksista, jotka auttavat saavuttamaan asiakkaan tavoitteet käyttötilanteessa" (Woodruff 1997). Asiakasarvoa käsittelevässä kirjallisuudessa usein viitataan Zeithamlin (1988) muodostamaan hyöty-uhrausajattelumalliin pohjautuvaan määritelmään, jonka mukaan arvo on "asiakkaan saamien hyötyjen ja hyötyjen saamiseksi tarvittavien uhrausten erotus". Nämä määritelmät soveltuvat erityisesti valmistettujen tuotteiden kohdalle ja eivät sellaisenaan ole täydellisiä palveluiden arvon määrittämiseen.

Tässä työssä asiakasarvon määritelmänä käytetään Ulagan & Eggertin (2006) muodostamaa kokonaisuutta asiakasarvosta. Arvoon liittyy Ulagan & Eggertin (2006) mukaan neljä keskeistä ominaisuutta, jotka ovat:

1. Arvo on subjektiivinen konsepti.
2. Arvo käsitetään hyötyjen ja uhrausten erotuksena.
3. Hyödyt ja uhraukset voivat olla monitulkintaisia.
4. Arvon havainnointi liittyy markkinoiden kilpailutilanteeseen.

Ensimmäinen ominaisuus tarkoittaa, että eri asiakkaat tai asiakassegmentit voivat kokea saman tarjooman arvon eri tavoin ja jopa asiakkaan ostoprosessiin liittyvillä osapuolilla voi olla erilainen käsitys hankinnan tuomasta arvosta.

Toinen ja kolmas ominaisuus tarkoittavat, että määritelmässä huomioidaan kaikki tarjoomasta saadut hyödyt ja toisaalta sen vaatimat uhraukset, jotka molemmat voivat olla monitulkintaisia. Saatua hyötyä ovat esimerkiksi tuotteen laatu, mahdollisuus kustomointiin, hankintaprosessin henkilökohtainen vuorovaikutus, tukipalveluiden joustavuus ja luotettava kumppanuus myyjän ja ostajan välillä. Palveluiden kohdalla kaksi yleisesti arvoa tuottavaa ominaisuutta ovat palvelun luotettavuus ja mahdollisuus kustomointiin (Zeithaml 1988). Vastaavasti uhrauksia voivat olla esimerkiksi tuotteen hinta, hankintaan käytetty aika, työvoimaresurssien tuhlaaminen, oppimiskustannukset ja riski epäonnistumisesta. Vaikka asiakasarvoa on tutkittu vuosikymmeniä, usein arvoa tarkasteltaessa unohdetaan käsitellä muita uhrauksia kuin maksettua hintaa, jolloin ei huomioida monia erilaisia välittömiä tai piilotettuja kustannuksia (Kumar & Reinartz 2016). Kaikki asiakkaat eivät saa samanlaista arvoa tarjoomasta, joten arvon ymmärtäminen laajassa kontekstissa on tärkeää.

Neljäs ominaisuus tarkoittaa, että arvoa ei voida myöskään määrittää irrallisena markkinasta, vaan tarjooman arvo määräytyy aina osaltaan kilpailun perusteella. Kun asiakkaat ovat muodostaneet käsityksen haluamansa tuotteen arvosta, tämä arvo realisoituu kahdella tavalla. Ensimmäinen tarjooman koettujen hyötyjen täytyy olla suurempaa kuin siitä aiheutuvat epähalutut seuraukset. Toiseksi arvon lopulliseen muodostumiseen täytyy tarjoomalle olla vertailukohta. Vertailukohta voi muodostua esimerkiksi kilpailevista tarjouksista, odotuksista tai aiemmasta kokemuksesta. Kun asiakas kokee nämä kaksi näkökulmaa huomioiden tarjooman parhaaksi vaihtoehdoksi, on hän valmis tekemään kaupan. (Kumar & Reinartz 2016)

Selvyyden vuoksi mainitaan myös, että asiakasarvo tulee erottaa asiakastyytyväisyydestä. Galen (1997) mukaan asiakastyytyväisyys viittaa enemmän siihen, miten asiakkaat pitävät tyytyväisinä nyt ja tulevaisuudessa, kun taas asiakasarvo on enemmän strateginen näkökulma siihen, millä perusteella asiakas valitsee toimittajan. Tehtyjen tutkimusten mukaan asiakasarvo korreloi kuitenkin asiakastyytyväisyyden kanssa (Cadotte & Turgeon 1988). Esimerkiksi Lam et al. (2004) osoittavat tutkimuksessaan, että asiakastyytyväisyyden lisäämiseksi palveluntarjoajan kannattaa keskittyä palvelun arvon lisäämiseen. Asiakas arvo liittyy läheisesti yrityksen strategiaan, sillä tutkimusten mukaan asiakasarvon luominen on keskeinen osa kilpailuedun muodostumista (Woodruff 1997).

Arvon tyypit & lähteet

Kirjallisuudessa nostetaan esiin myös erilaisia asiakasarvon tyyppisiä ja eri tyyppistä arvoa saadaan erilaisista lähteistä. Smith & Colgate (2007) esittävät tutkimuksessaan, että arvo voi olla tyypiltään 1) funktionaalista, 2) elämyksellistä, 3) symbolista, tai 4) uhraus.

Yleensä arvon tyyppi 1-3 ovat hyöty-uhraus näkökulmasta tarkasteltuna tarjoomasta saatavia hyötyjä ja neljännellä arvon tyyppillä tarkoitetaan määritelmän mukaan uhrauksia. Arvon lähde voi puolestaan olla 1) informaatioissa, 2) tuotteessa, 3) vuorovaikutuksessa, 4) ympäristössä, tai 5) omistajuudessa.

Arvon lähteistä informaatio syntyy arvoketjussa viestinnän kautta (esimerkiksi mainos, PR-työ ja brändin hallinta). Tuotteet puolestaan syntyvät tuotekehityksen, markkinatutkimusten ja tuotannon seurauksena. Vuorovaikutus asiakkaiden ja organisaatioiden välillä syntyy rekrytoinnin, kouluttamisen, palvelujen laadun ja toimintojen kautta (Vandenbosch & Dawar 2002). Ympäristö arvon lähteenä liittyy siihen, miten erilaiset ympäristöt vaikuttavat arvon syntymiseen. Esimerkiksi kiinteistöjohtamisen avulla voidaan tuottaa lisäarvoa loppukäyttäjille ympäristön olosuhteiden kehittymisen kautta. Omistajuus arvon lähteenä puolestaan syntyy esimerkiksi myytävän tuotteen omistajuuden siirtämisestä ja toimituksesta.

Taulukossa 2 on havainnollistettu miten ja millaista arvoa erilaiset arvon lähteet tuottavat, Smithiä & Colgatea (2007) mukaillen.

Taulukko 2. *Erilaisten arvon lähteiden luoma arvo (mukaillen Smith & Colgate 2007).*
Arvon tyyppi

| | Funktionaalinen | Elämyksellinen | Symbolinen | Uhraus |
|----------------------|--|--|---|---|
| Informaatio | Auttaa asiakasta ymmärtämään tuotteen suorituskyvyn ja lopputulokset | Toistettavuus ja luovuus voi tarjota erilaisia elämyksiä | Auttaa asiakasta sijoittelemaan ja tunnistamaan tuotteen | Vaihtoehtojen vertaus, nopeampi ja parempi päätös, hinnat pienentyvät kilpailun seurauksena |
| Tuote | Tarjoaa ominaisuudet ja toiminnallisuuden, joka luo lopputuloksen | Tarjoaa erilaista elämyksellistä arvoa (esim. tunteellinen) | Parantavat asiakkaan itsetuntoa, sisältävät henkilökohtaista arvoa ja itseilmaisua | Hinta ja havaitut tuotteen kustannukset |
| Vuorovaikutus | Myyntipuhelut, palvelun responsiivisuus, vuorovaikutus järjestelmien kanssa parantaa haluttua lopputulosta | Palvelun ominaisuudet (henkilökunnan kohteliaisuus ja empatia). Asiakaspalvelu ja muut järjestelmät. | Voi saada asiakkaat tuntemaan itsensä paremmaksi ja tarjota henkilökohtaista tarkoitusta. | Vähentää tai lisää tuotteiden taloudellista ja psykologista kustannusta, sekä henkilökohtaista investointia |
| Ympäristö | Esim. huonekalut, valaistus, olosuhteet ja koristeet lisäävät tuottavuutta ja parantavat lopputulosta | Esim. musiikki ja tunnelma luovat elämyksellistä arvoa | Voi vaikuttaa itsetuntoon ja kokemukseen, esim. kuppi kahvia kotona vs. kahvilassa | Vaikuttaa taloudellisesti (esim. popkorni elokuvissa), psykologisesti, henkilökohtaiseen investointiin ja riskiin |
| Omistajuus | Tarkka ja ajantasainen toimituspalvelu (esim. lähetuksen seuranta) | Toimituslupauksen täyttäminen ja toimitustapa | Miten tuote toimitetaan ja kuka toimittaa | Maksuehdot, toimitusvaihtoehdot, palautuskäytännöt |

Funktionaalinen arvo tarkoittaa tuotteen tai palvelun kykyä täyttää sille asetetut vaatimukset. Woodruff (1997) mainitsee kolme keskeistä elementtiä funktionaalisen laadun kannalta: oikea ja tarkat ominaisuudet ja toiminnallisuus (esteettisyys, laatu, kustomoitavuus jne.), soveltuva suorituskyky (kuten luotettavuus) ja soveltuva lopputulos (esimerkiksi strateginen arvo ja tehokkuus). Yritys voi halutessaan keskittyä tiettyyn funktionaalisen arvon lähteeseen hakeakseen kilpailuetua.

Elämyksellinen arvo liittyy yrityksen tarjooman tuottamiin kontekstuaalisesti relevantteihin elämyksiin, tunteisiin ja eleisiin asiakkaalle. Esimerkiksi ravintoloissa usein keskitytään aistillisuuteen (kuten viihtyisään ympäristöön) ja tuotetaan tätä kautta elämyksellistä

arvoa. Viihde- ja matkailualat pyrkivät herättämään tunteita kuten nautintoa, hupia ja iloa. Peliteollisuus, palvelualat ja monet B2B-organisaatiot pyrkivät tuottamaan sosiaalisrelationaalisia tunteita, joita ovat esimerkiksi henkilökohtaisen vuorovaikutuksen tunne, responsiivisuus ja yhteisöllisyys. Jotkin toimialat, kuten elokuvateollisuus pyrkivät toisinaan tuottamaan episteemistä arvoa kuten uteliaisuutta, tai fantasiaa. (Sheth & Parvatiyar 1995)

Symbolinen arvo tarkoittaa sitä, miten asiakkaat yhdistävät tuotteeseen tai palveluun psykologisen tarkoituksen. Esimerkiksi luksustuotteet tuottavat arvoa joko siten, että käyttäjä omistaa tällaisen tuotteen tai hän lahjoittaa sen toiselle. Tietyillä tuotteilla on myös erilainen tarkoitus ja assosiaatio kuluttajasta riippuen. Esimerkiksi tietty musiikkikappale voi tuoda muistoja menneisyydestä jollekin henkilölle, jolloin sillä on hänelle symbolista arvoa. Tuotteet voivat myös luoda käyttäjille erilaisia tapoja ilmaista itseään. Esimerkiksi luksustuote saattaa olla keino ilmaista statusta. Joillain tuotteilla on puolestaan symbolista arvoa tietyissä ehdollisissa tilanteissa. Esimerkiksi kukkien antaminen lahjaksi ystävänpäivänä on erityinen ele.

Viimeisenä arvon tyyppinä uhraus tarkoittaa tuotteen tai palvelun hankkimisesta aiheutuneita taloudellisia kustannuksia tai muita uhrauksia, jotka ostaja haluaa minimoida. Tämäkin arvo tulee huomioida, jotta ymmärretään tarkemmin kuluttajia ja ostokäyttäytymistä. Jotkin yritykset pyrkivät minimoimaan taloudellisia kustannuksia, kuten esimerkiksi tuotteiden hintoja tai vaihtokustannuksia. Toisaalta on mahdollista minimoida myös psykologisia kustannuksia, kuten hankintaprosessin vaikeutta, stressiä ja oppimiskustannuksia. Internetpohjaiset yritykset (esimerkiksi suuret verkkokaupat) pyrkivät yleensä minimoimaan asiakkaiden henkilökohtaista investointia kuten hankintaprosessin vaatimaa aikaa ja energiaa. Myös asiakkaan riskin pienentäminen on mahdollista esimerkiksi paremmilla maksuehdoilla tai palautuskäytännöillä.

2.2.2 Palvelut

Grönroos (2008) esittää, että palveluita voidaan tarkastella kolmesta näkökulmasta 1) toimintona, 2) sen tuottaman asiakasarvon kautta ja 3) palveluja tarjoavan yrityksen toimintojen kautta. Toimintona ajateltuna palvelu on aineeton suorite, jossa yrityksen osaamista (tieto ja taidot) käytetään asiakkaan eduksi. Toiminnon tavoitteena on saada aikaan muutos asiakkaassa tai asiakkaan omistamissa resursseissa. Vaikka palvelukirjallisuutta on paljon, syvällisempi palvelun määrittely ei ole olennaista tämän työn puitteissa.

Arvontuoton voidaan ajatella olevan taloudellisen vaihdannan ydin. B2B-ympäristössä palvelun tarkoituksena onkin luoda edellytyksiä asiakkaan arvontuontiprosessiin, eli auttaa asiakasta saamaan jotain hyötyjä, jotka tukevat hänen liiketoimintaansa (Grönroos 2008). Tällaisia B2B-palveluita ovat esimerkiksi koulutukset, konsultointi ja erilaiset ulkoistetut tehtävät.

Kaikilla yrityksillä on useita erilaisia arvoa luovia prosesseja. Bowman & Ambrosini (2007) jakavat nämä prosessit viiteen kategoriaan, jotka ovat: 1) tuotteiden valmistaminen tai palveluiden toteuttaminen (yleensä ydinliiketoiminta), 2) arvontuontiprosessit (myynti & markkinointi), 3) sisäisten prosessien optimointi (esim. sisäinen laskentatoimi), 4) uusien arvovirtojen luomiseen pyrkivät prosessit (esim. tuotekehitys, koulutukset) ja 5) tukiprosessit (esim. kiinteistöjohtaminen ja siivous).

Ydinliiketoimintaan liittyvät prosessit ovat yrityksen liiketoiminnan pääasiallinen tarkoitus, ja näitä ovat esimerkiksi tuotteiden valmistus ja palveluiden tuottaminen. Näihin vaadittavien prosessien arvo vaatii realisoituakseen tuotteen tai palvelun myynnin (arvontuontiprosessit). Yleensä yrityksillä on ydinliiketoiminnan tukena kustannussäästöjä tavoittelevia prosesseja, joiden tavoitteena on esimerkiksi optimoida yrityksen resurssien käyttöä (esim. sisäinen laskentatoimi). Tyypillisesti yrityksillä on myös prosesseja, jotka saattavat pyrkiä uusien arvovirtojen luomiseen yritykselle (esim. tuotekehitys). Näiden lisäksi tarvitaan muitakin yrityksen ydinliiketoimintaa suoraan tai välillisesti tukevia prosesseja. Nämä prosessit ovat yrityksille elintärkeitä ja näitä kutsutaan kirjallisuudessa usein huolto- tai tukitoimiksi. (Bowman & Ambrosini 2007)

Tukipalvelut

Liiketoiminnan tukiprosesseja ovat tukipalvelut, joita ovat esimerkiksi kiinteistöjohtaminen, catering-palvelut ja jätehuolto. Tämän diplomityön kohdeyrityksenä on tukipalveluita tarjoava yritys, joten tukipalveluiden käsittely tarkemmin muista palveluista irrallaan on tarpeen. Tukipalveluilla voidaan tunnistaa olevan tiettyjä ominaisuuksia piirteitä kirjallisuuden perusteella. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi:

- Tukipalvelut ovat usein standardoituja, ihmisresursseja vaativia ja kilpailutettuja (Lehtonen 2006). Tämä tarkoittaa, että tukipalvelut ovat usein perusluonteeltaan kohtuullisen suoraviivaisia mutta resursseja vaativia toimia. Tästä esimerkkinä siivouspalvelu.
- Tukipalveluiden tarve nousee usein esiin ympäristön tai sidosryhmien paineen takia. Esimerkiksi kiinteistön huoltotarve saattaa nousta esiin heikentyvien olosuhteiden seurauksena, vaikka huolto ei olisi pakollinen yrityksen voiton maksimoinnin kannalta. (Bowman & Ambrosini 2007)

- Usein yritykset mieltävät tukipalvelut pakollisena yleiskustannuksena ja ostopäätös tehdään vain hinnan perusteella (Fitzsimmons et al. 1998). Perinteisesti tukipalveluilla ei siis nähdä olevan lisäarvoa tuottavaa näkökulmaa.
- B2B-palveluiden (myös tukipalveluiden) haasteena on löytää kosketuspisteet, joissa palveluntarjoajan toiminta kohtaa parhaiten asiakkaan toiminnot ja oivalttaa, kuinka palveluntarjoaja voisi hyötyä näistä pisteistä (Zolkiewski et al. 2017).

Ominaispiirteistä johtuen yritysten tukipalvelut ovat usein ulkoistettuja, sillä tämä mahdollistaa yrityksen keskittymisen ydinliiketoimintaansa ja synnyttää usein myös kustannussäästöjä. Esimerkiksi liikekiinteistön siivous on yleensä eri yrityksen kuin kiinteistön pääasiallisten käyttäjien vastuulla.

2.2.3 Palveluiden arvontuotto

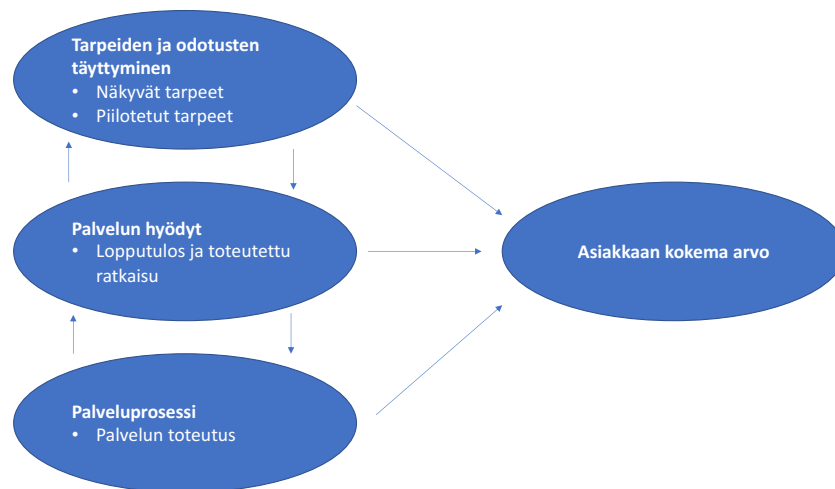
Arvon luonti on moniulotteinen prosessi ja arvontuottoa käsittelevässä kirjallisuudessa on erilaisia näkemyksiä siitä, kuka oikeastaan luo arvoa erilaisissa konteksteissa. Tuotteiden kohdalla tyypillisesti ajatellaan, että myyjä luo tuotteen arvolupauksen parhaan tietämyksensä mukaisesti asiakkaiden tarpeista. Kun asiakas hyväksyy arvolupauksen, tarjoaja pystyy tuottamaan ja toimittamaan arvolupauksen asiakkaalle (Ramirez 1999). Esimerkiksi autoteollisuudessa voidaan ajatella, että valmistaja koostaa auton erilaisista osista osaamisensa mukaan, toimittaa sen asiakkaille myytäväksi ja auton arvo realisoituu asiakkaan ostopäätöksen myötä.

Palveluiden kohdalla arvontuotto on vuorovaikutteisempaa, verkostoituneempaa ja elämyksellisempää (Vargo & Lusch 2008). Arvontuottoa käsittelevässä kirjallisuudessa puhutaan usein arvon yhteisluonnista. Vargo et al. (2008) kertovat, että arvo määräytyy aina asiakkaan kokemuksen perusteella, jolloin arvo luodaan yhdessä asiakkaan kanssa ja myyjä vain toimittaa arvolupauksen. Esimerkiksi edellä mainitussa autoteollisuuden esimerkissä voidaan ajatella, että valmistaja tuottaa samalla tavalla auton osista ja toimittaa sen asiakkaille, mutta auto on vain syöte arvonluonnissa ja sen todellinen arvo realisoituu vasta autolla ajettaessa. Tällöin auto integroituu muiden käyttöön tarvittavien resurssien kanssa, joita ovat esimerkiksi huollon tarjoajat ja polttoaineen myyjät. Voidaan ajatella, että ilman näitä resursseja autolla ei olisi arvoa, sillä autoa ei pystyisi käyttämään tarkoituksenmukaisesti. Tämä tarkoittaa, että palveluiden kohdalla informoidut asiakkaat ovat arvokkaita ja siksi palvelun arvon osoittaminen on erityisen tärkeää palvelun myynnin lisäämiseksi (Vargo et al. 2008).

Payne et al. (2008) määrittelevät asiakkaan panoksen arvonluontiprosessissa olevan sarja asiakkaan suorittamia toimintoja, joiden avulla saavutetaan tietty tavoite. Palvelun

tarjoajalta tulee löytyä näitä toimintoja vastaavat toimenpiteet. Täten palveluiden tarjoajan täytyy ymmärtää, mihin asiakkaan toimintoihin heidän palvelunsa soveltuu. Optimaalisessa tilanteessa toiminnot kohtaavat siten, että toiminnot tukevat asiakasta sen tavoitteiden saavuttamisessa.

Palvelun arvo asiakkaalle muodostuu aina asiakkaan tarpeiden ja odotusten täyttymisen, palvelusta saatujen hyötyjen ja palveluprosessin ominaisuuksien kokonaisuudesta. Arvon muodostuminen on esitetty kuvassa 3, Woodruffia (1997) mukaillen.



Kuva 3. *Palvelun arvonmuodostus asiakkaalle, mukaillen Woodruff (1997)*

Palveluille ominaista on se, että lähtökohtaisesti ne tuotetaan ja kulutetaan samaan aikaan. Kuten kuvasta 3 havaitaan, palveluiden luoma asiakasarvo ei ole yksisuuntainen prosessi, vaan arvon tuotto vaatii kommunikointia asiakkaan kanssa. Tarpeiden täytyminen vaatii palvelun hyötyjen realisoitumista, ja toisaalta koko palveluprosessin tulee mahdollistaa hyötyjen syntyminen. Yi & Gong (2013) kertovatkin, että asiakkaan täytyy saada palvelusta tarpeeksi informaatiota ennen prosessia ja prosessin aikana, jotta arvolutaus välittyy, ja asiakas voi tehdä osansa arvon tuottamiseksi. Toisaalta asiakkaan täytyy saada myös esittää toiveensa, jotta arvon tuotto voi realisoitua.

2.3 Kiinteistöpalveluliiketoiminta

Tässä luvussa tutustutaan tarkemmin kiinteistöpalveluliiketoimintaan. Toimialan tarkempi tuntemus on tämän tutkimuksen kannalta olennaista, sillä tutkimuskysymykset ja työn tavoitteet liittyvät spesifisti kyseiseen toimialaan. Keskeiset kysymykset kiinteistöpalveluliiketoimintaan liittyen ovat seuraavat: Mitä ovat kiinteistöpalvelut ja millainen on

kiinteistöpalveluliiketoiminnan liiketoimintaympäristö? Miten erilaiset palvelut luovat arvoa sidosryhmille? Miten toimialalla hyödynnetään datapohjaisia ratkaisuja, ja millaisia tulevaisuuden mahdollisuuksia kirjallisuuden mukaan toimialalle tunnistetaan?

2.3.1 Kiinteistöpalvelut ja kiinteistöjohtaminen

Määritelmät

Suomen kiinteistöyönantajat ry (2019) määrittelee kiinteistöpalveluiden tarkoittavan kiinteistöjen kuntoon ja arvon säilymiseen liittyviä hoito- ja ylläpitopalveluita. Tällaisia palveluita ovat esimerkiksi kiinteistöhuolto, tekniset palvelut, energianhallintapalvelut, siivous ja ulkoalueiden hoito. Lisäksi kiinteistöpalveluiden piiriin kuuluvat myös erilaiset toimitila- ja käyttäjäpalvelut, joiden avulla luodaan puitteet kiinteistöjen ja toimitilojen käyttäjille. Tästä esimerkkinä on aula-, kokous- ja turvapalvelut. (Kiinteistöyönantajat ry 2019)

Kiinteistöpalveluiden tarjoajan pääasiallinen asiakas on kiinteistön omistaja, jonka vastuulla on kiinteistöjohtaminen. Atkin & Brooks (2015) esittävät, että kansainvälinen kiinteistöjohtamisen liitto määrittelee kiinteistöjohtamisen ammattina, joka käsittää useita rakennetun ympäristön toiminnallisuuden varmistamiseen liittyviä aloja yhdistämällä ihmisiä, paikkoja, prosesseja ja teknologiaa (Atkin & Brooks 2015). Atkin & Brooks (2015) mainitsevat, että yleisenä määritelmänä toimialalle pidetään Barrettin & Baldryn (2003) määritelmää, jossa kiinteistöjohtaminen on integroitu lähestymistapa rakennusten ja infrastruktuurin operointiin, ylläpitoon, kehittämiseen ja adaptointiin, jonka myötä voidaan luoda organisaation tavoitteita tukeva ympäristö. Näin ollen kiinteistöjohtaminen vaikuttaa kiinteistössä toimivan organisaation kykyyn toteuttaa sen tavoite ja mahdollisuuksiin optimoida kustannuksia ja resursseja, sekä tuottaa palveluita. Araszkiewicz (2017) mainitseekin, että taloudellisesti katsoen kiinteistöjohtamisen tarkoitus on vapauttaa rakennuksen käyttäjät ongelmista, jotka eivät liity suoraan sen ydinliiketoimintaan. Kiinteistöjohtaminen pyrkii luomaan lisäarvoa yritykselle ydinliiketoimintaa tukevien prosessien kustannusten pienentymisen kautta ja tätä kautta lisäämään organisaation ja yksilöiden tehokkuutta (Araszkiewicz 2017). Kommunikaatio ja informaation kulku ovat avainasemassa kiinteistöjohtamisen tavoitteiden saavuttamisessa.

Kiinteistöjohtamisen tarkoituksena on tarjota tukea organisaatioiden ydinliiketoiminnalle tuottamalla erilaisia palveluita. Kiinteistöpalveluiden toimiala linkittyy näin ollen vahvasti kiinteistöjohtamiseen, sillä usein kiinteistöpalveluiden tarjoaminen on kiinteistöjohtajan vastuulla. Kiinteistöjohtaja vastaa vuokralaisille ja käyttäjille siitä, että kiinteistöpalvelut ovat asiamukaiset. Näin ollen palveluiden tarjoaja vastaa toimistaan asiakkaalleen, eli kiinteistön omistajalle, ja kiinteistön omistaja tilojensa kunnosta kiinteistönsä käyttäjille.

Selvyyden vuoksi todetaan, että kirjallisuudessa kiinteistöpalveluiden ja kiinteistöjohtamisen erottaminen toisistaan ei ole suoraviivaista, sillä usein katsotaan, että kiinteistöpalvelut ovat osa kiinteistöjohtamiseen kuuluvaa työtä. Tämä päällekkäisyys käy ilmi myös Suomen kiinteistöyönantajat ry:n (2019), Barrettin & Baldryn (2003) ja Araszkieviczin (2017) määritelmistä. Näin ollen molempia toimialoja on syytä tarkastella rinnakkain.

Tehtävät

Kiinteistöpalveluihin liittyy keskeisesti kiinteistön kunnon varmistamiseen ja ylläpitoon liittyvät palvelut. Kiinteistöjohtajan vastuulla onkin huollon johtaminen (englanniksi maintenance management). Huollon johtamisen tarkoituksena on hallita ja optimoida kiinteistön elinkaarta kokonaisvaltaisesti. Tällä tarkoitetaan prosessia, joka pyrkii taloudellisesti maksimoimaan kiinteistön käyttökelpoisuuden ja luotettavuuden elinkaaren aikana, sekä varmistamaan että kiinteistön huollettavuus ja turvallisuus vastaavat vaadittua tasoa (Pintelon & Parodi-Hertz 2008).

Kobbacy & Murthy (2008) esittävät, että kiinteistön ylläpitoon tarvitaan strategisen, taktisen ja operatiivisen tason toimia, jotka ovat: 1) ylläpitostrategia, 2) ylläpidon suunnittelu ja aikatauluttaminen ja 3) ylläpidon toteuttaminen. Ylläpitostrategian tarkoituksena on liiketoimintastrategian kanssa linjata päätökset ylläpidon toteuttamisesta ja tarjota päätöksentekijöille ratkaisuja erilaisiin käytäntöihin, kuten hajonneiden osien korvaamiseen. Huoltojen suunnittelu ja aikatauluttaminen tarkoittaa ylläpidon käytäntöjen laatimista esimerkiksi historiallisen datan pohjalta, tai toimialan standardien mukaisesti. Toimeenpano tarkoittaa suunniteltujen huoltojen ja ylläpitotoimien toteuttamista.

Iso osa kiinteistön omistajan ylläpitovelvollisuuksista liittyy kiinteistön huoltoon ja ylläpitoon. Cotts (1999, s. 216) jaottelee kiinteistön omistajan näkökulmasta huollon ja ylläpidon osa-alueet seuraavasti:

- **Kiinteistön ylläpito** tarkoittaa työtä, joka vaaditaan siihen, että kiinteistö säilyy käyttökelpoisena siltä vaaditun eliniän ajan. Tämä sisältää esimerkiksi kausittaisia tai satunnaisia tarkastuksia, säätöjä, koneiden rasvausta, puhdistamista, maalausta ja osien vaihtamista. Kiinteistön ylläpidon tarkoituksena on estää rikkoutumiset ja pienentää huoltojen tarvetta, mutta sen ei ole itsessään tarkoitus pitkittää kiinteistön elinikää tai tuoda kiinteistöön merkittävää lisäarvoa.
- **Kiinteistöhuolto** tarkoittaa työtä, jonka avulla palautetaan hajonneet, tai vaurioituneet osat kiinteistöstä takaisin normaaliin käyttötilaan. Huollot voidaan luokitella pieniin, tai merkittäviin huoltoihin. Pienet huollot liittyvät kiinteistön ylläpitoon ja ovat kestoaltaan lyhyitä. Suuret huollot tarkoittavat kestoaltaan pidempiaikaisia töitä, jotka vaativat enemmän resursseja kuin kiinteistölle on yleensä varattu.

Suuret huollot pitkittävät yleensä kiinteistön elinikää, mutteivat nosta sen arvoa. Perusjakona on, että kiinteistöhuoltoa tehdään tarpeesta ja kiinteistön ylläpitoa tehdään ennakoivasti.

- **Korvaaminen** tarkoittaa kiinteistöhuoltoa, jossa jokin kiinteistön kiinteä osa korvataan toisella saman asian suorittavalla osalla. Esimerkiksi kiinteistön ilmastointilaitte voidaan korvata uudella. Korvaamisen tarve voi nousta esiin esimerkiksi vanhentumisen tai hajoamisen seurauksena.

Kiinteistöhuolto on eräs keskeisimmistä kiinteistöpalveluiden toiminnoista. Puķite & Geipele (2017) mainitsevat kiinteistöhuollon olevan joukko toimintoja, jotka suoritetaan kiinteistön rakenteista ja palveluista huolehtimiseksi, ja tarkoitettujen ominaisuuksien toimintakyvyn varmistamiseksi kiinteistön elinkaaren aikana. Kiinteistöhuolto voidaan myös määritellä työnä, jonka tarkoituksena on säilyttää, palauttaa tai kehittää kiinteistön jo kaista osaa, sekä ylläpitää kiinteistön rakennetta ja ympäristöä hyväksytyjen standardien mukaisesti ja arvon säilyttämiseksi. Se sisältää toimintoina kehittämisen, kunnostamisen, päivittämisen ja korjaamisen. (Plavina & Geipele 2013)

Alner & Fellows (1990) mainitsevat kiinteistöhuollon tarkoituksen olevan: 1) varmistaa kiinteistöjen ja niihin liittyvien palveluiden kunnon, 2) varmistaa, että kiinteistöt ovat terveellisiä käyttää, 3) varmistaa, että kiinteistön olosuhteet vastaavat vaatimuksia, 4) suorittaa kiinteistön arvon säilyttämiseen vaadittava työ ja 5) suorittaa kiinteistön laadun säilyttämiseen vaadittava työ.

Kiinteistöhuoltoon liittyy isoja strategisia tavoitteita ja kysymyksiä, kuten esimerkiksi katastrofaalisten hajoamisten välttäminen ja kiinteistön osien huollon suunnittelu siten, että kiinteistön käyttöikä säilyy vaaditun ajan. Kobbachy & Murthy (2008) mainitsevat, että kiinteistön huoltostrategia on yleensä luonteeltaan jompikumpi seuraavista:

- **Korjaava huolto** tarkoittaa strategiaa, jossa organisaatio tilaa huollon vasta, kun sen tarve ilmenee. Tämän strategian mukaan omaisuutta käytetään lähtökohtaisesti hajoamispisteeseen asti. Tämä on kenties perinteisin menetelmä, ja sen mukaan huollot nähdään yleensä lähinnä välttämättömänä pahana. Ei-kriittisten laitteiden kohdalla strategiaa voidaan käyttää edelleen. Strategian käyttöä puoltaa näkemys, jonka mukaan huolto ei itsessään tuota asiakkaalle lisäarvoa, vaan arvo syntyy vasta huollon kohteen toimivuuden kautta.
- **Ennakoiva huolto** tarkoittaa strategiaa, jossa huoltoja pyritään tekemään ennakoivasti, jotta vältytään hajoamisilta ja poikkeustilanteilta. Esimerkiksi laitteen huoltohistorian ja vastaavien laitteiden huolloista muodostettujen tilastojen perusteella voidaan määritellä aikaperiodi, jonka lopussa laite todennäköisesti tulee

hajoamaan. Tällöin laitteiston huolto suoritetaan ennen tämän periodin loppua. Strategia perustuu siis siihen, että laite luultavasti vaatii huollon kyseisenä ennustettuna ajanhetkenä. Tällöin huoltokäyntejä tehdään kuitenkin enemmän kuin on välttämättä tarpeen, ja tarpeettomat huollot aiheuttavat ylimääräistä haittaa käyttäjille sekä kustannuksia omistajille. Ennakoiva huolto soveltuu parhaiten laitteistoille, joiden elinikä on varsin selkeästi tiedossa ja joiden hajoaminen aiheuttaisi merkittävää haittaa. Lisäksi ennakoiva huolto on usein toimiva, jos laitetta ei ole järkevää korjata, vaan se täytyy lähtökohtaisesti korvata. Tällöin laitteen korvaaminen tietyin väliajoin on järkevää, jotta vältytään ylimääräisiltä ongelmilta. Usein suunnitellut ennakoivat huollot kuitenkin epäonnistuvat huonon tiedonhallinnan takia.

Huoltoon ja ylläpitoon liittyvien toimien lisäksi kiinteistöihin liittyy yleensä myös lukuisia muita palveluja, joita kiinteistön omistajien tulee johtaa toiminnassaan. Organisaatiosta riippuen nämä palvelut ovat joko vuokralaisten tai kiinteistöjohtajan vastuulla, jolloin näistä palveluista saattavat vastata eri toimittajat. Tämän vuoksi kiinteistön omistajalla on paljon vastuuta kokonaisuuden hallitsemisessa. Cotts (1999, s. 232) listaa erilaisia, erityisesti liikekiinteistöihin ja toimistorakennuksiin liittyviä kiinteistöpalveluita seuraavasti:

- **Vartiointi ja turvallisuus** tarkoittaa kiinteistöjen turvallisuuden varmistamista kaikkina vuorokaudenaikoina. Tämä tarkoittaa esimerkiksi hälytysjärjestelmiä (palohälytykset, murtohälytys, koneiden ongelmien raportointi), ympärivuorokautista valvontaa, järjestyksenpitoa ja tietoturvan varmistamista.
- **Viestintä** tarkoittaa esimerkiksi kiinteistön verkko- ja puhelinpalveluita, kuten kiinteistön puhelinvaihdetta.
- **Kopiointipalvelut** tarkoittavat yleensä toimistoissa ja työpaikoilla tarvittavien tulostimien ylläpitoa ja niiden sijaintia. Tulostimien sijainti on olennainen kysymys isoissa organisaatioissa, joissa saatetaan tulostaa huomattavia määriä paperia päivässä.
- **Arkistojen hallinta** tarkoittaa erilaisten asiakasyrityksen arkistoitavien materiaalien (esim. tilinpäätökset ja asiakastiedot) hallinnointia ja siihen liittyviä haasteita
- **Liikkuminen ja tavarantoimitus** tarkoittaa esimerkiksi parkkipaikkojen olemassaoloa ja sijaintia, sekä työpaikkakuljetuksia (kuten shuttle-bussit)

- **Ruokapalvelut** tarkoittavat kiinteistössä sijaitsevien ruokailumahdollisuuksien järjestämistä. Ruoan valmistustilat ovat kohtuullisen kalliita, ja ruoka pilaa helposti pintamateriaaleja ja huonekaluja. Tämän vuoksi ruokapalvelut vaativat jatkuvaa ylläpitoa, ja investointia ei luonnollisesti haluta tehdä turhaan.
- **Taideohjelmat** tarkoittavat kiinteistön sisäistä koristelua ja tätä kautta viihtyisyyden nostamista. Tähän liittyviä elementtejä voivat olla esimerkiksi erilaiset patinat ja taulut, sekä muut kiinteistön viihtyvyyttä nostavat ominaisuudet.
- **Lastenhoito** tarkoittaa esimerkiksi työpaikan kiinteistöön tai sen läheisyyteen järjestettävää lastenhoitomahdollisuutta
- **Terveys ja liikuntapalvelut** tarkoittavat esimerkiksi kiinteistön kuntosaleja, hierontahuoneita ja saunoja

2.3.2 Kiinteistöpalveluiden verkosto

Kiinteistöliiketoiminnalla on omanlaisensa liiketoimintaympäristö, johon liittyy tiettyjä sidosryhmiä. Sidosryhmä on kontekstista riippuva käsite, eikä sille ole täsmällisesti vakiintunutta määritelmää. Tässä työssä sidosryhmän määritellään olevan yksilö, sosiaalinen ryhmä tai muu toimija, joilla on mielenkiintoa, laillinen velvoite, moraalinen oikeus tai muu syy vaikuttaa organisaation päätöksentekoon. Tällaisia ryhmiä ovat esimerkiksi organisaatioon investoineet tahot, alihankkijat, maan hallinto, media ja asiakkaat (McGrath & Whitty 2017).

Kiinteistöpalveluiden liiketoimintaympäristöä kuvaa parhaiten arvoverkosto (Mäntymäki et al. 2018). Allee (2003) kuvaa arvoverkoston olevan suhteiden verkosto, jossa luodaan ja vaihdetaan dynaamisesti aineettomia ja aineellisia hyödykkeitä eri toimijoiden välillä. Christensen (2013) puolestaan kuvaa arvoverkoston olevan yhdistelmä toimittajia, markkinakanavia ja tukipalveluiden tarjoajia, jotka jakavat toimialalla yhteisen liiketoimintamallin. Kun uusi toimija liittyy olemassa olevaan arvoverkostoon, sen täytyy mukautua verkoston liiketoimintamalliin. Arvoverkoston voidaan siis nähdä olevan käsitteellinen lähestymistapa kuvaamaan sosiaalisia, teknisiä ja aineettomia resursseja yksilöiden ja organisaatioiden välillä organisaatioiden rajoista riippumatta (Christensen 2013). Uusien teknologioiden kehittyminen mahdollistaa uusien arvoverkostojen muodostumisen haastan vanhat verkostot (Mian et al. 2016).

Arvoverkostoajattelu sopii kuvaamaan kiinteistöpalveluita, koska kyseinen liiketoimintaympäristö on verkottunut. Esimerkiksi liikekiinteistöjen kohdalla kiinteistöpalvelujen toimialan olemassaolo edellyttää, että on olemassa kiinteistöjen omistajia, jotka tarvitsevat

tilojen ylläpitämiseen palveluita. Toisaalta kiinteistön omistajat tarvitsevat kiinteistöihinsä vuokralaisia, jotka maksavat heidän kulunsa, ja kiinteistön vuokralaiset tarvitsevat tiloja luodakseen arvoa heidän omalla ydinliiketoiminnallaan.

Kiinteistöpalveluiden arvonverkon sidosryhmien tarkastelu on olennaista arvontuottoa pohdittaessa, sillä kiinteistöpalveluiden arvo muodostuu arvonverkon sisällä usealle taholle, eikä aina pelkästään asiakkaan ja toimittajan välille. Kiinteistöpalvelut toimivat sekä B2B- että B2C-ympäristöissä, sillä vaikka palvelut toimitetaan lähtökohtaisesti kiinteistön omistajalle ja hänen organisaatiolleen, liikekiinteistöissä asiakkaana on myös kiinteistön vuokralaiset ja tiloissa oleilevat yksityiset käyttäjät. Myöhempää työtä varten nämä sidosryhmät määritellään seuraavasti:

- **Toimeksiantaja** on taho, joka tilaa kiinteistöpalvelut sopimuksen mukaisesti. Usein toimeksiantaja on liikekiinteistössä erillinen tekninen manageri. Tekninen manageri vastaa kiinteistöön liittyvistä huoltotoimenpiteistä ja niiden suunnittelusta kiinteistön omistajan organisaatiolta ja huolto-osastolta saatujen tietojen perusteella. Teknisen managerin on ymmärrettävä kaikkien osapuolten tarpeita, jotta kiinteistössä tehtävät toimenpiteet vastaavat organisaatioiden tavoitteita.
- **Asiakas** on taho, joka vastaa kiinteistön olosuhteista. Usein asiakas on kiinteistön omistaja tai hänen edustamansa organisaatio. Tyypillisesti liikekiinteistöjen kohdalla asiakkaan tavoitteena on ansaita vuokratuottoa vastineeksi hänen kiinteistönsä käytöstä.
- **Vuokralainen** on liikekiinteistön kontekstissa kiinteistössä vuokralla oleva taho, esimerkiksi kiinteistön tiloissa toimiva yritys, joka maksaa vuokraa siitä, että saa käyttää tiloja liiketoimintansa harjoittamiseen.
- **Käyttäjä** on taho, joka oleskelee kiinteistön tiloissa ja kokee konkreettisesti kiinteistöpalveluiden vaikutuksen. Tällainen taho on esimerkiksi kiinteistössä vierailleva tai vuokralaisella töissä oleva henkilö. Työn empiirisessä osuudessa käyttäjällä viitataan ensisijaisesti toimistotiloissa työskentelevään henkilöön.

Kiinteistöpalveluihin liittyy myös muita sidosryhmiä ja Au-Yong et al. (2016) mainitsevatkin edellisten lisäksi kaksi muuta sidosryhmää, jotka liittyvät suoraan kiinteistöpalveluiden tarjoamiseen:

- **Huoltohenkilöstö** tarkoittaa henkilöitä, jotka suorittavat huoltotoimenpiteet. Henkilöstö on yleensä ulkoistettu kiinteistöhuollon tarjoajalle. Käytännössä huoltohenkilö on esimerkiksi kiinteistöhuoltaja, joka tekee tilatun korjauksen, tai muu henkilö, joka on mukana palveluprosessissa jollain tavalla.

- **Palvelun tarjoaja** tarkoittaa ulkoistettua toimijaa, joka on sopimussuhteessa organisaation kanssa. Tässä työssä kohdeyritys on palvelun tarjoaja.

Kiinteistöpalveluliiketoimintaan liittyy myös välillisesti kiinteistöön ja kiinteistöpalveluiden toteuttamiseen liittyviä sidosryhmiä. Ullah et al. (2018) mainitsevat kaksi tällaista sidosryhmää:

- **Valtio** huolehtii kansalaisten hyvinvoinnista verorahoja vastaan ja säätelee erilaisia lakeja, jotka vaikuttavat olennaisesti kiinteistöihin ja niiden käyttöön. Lainsäädännön huomiointi on keskeinen tekijä kiinteistön omistajalle, sillä tämä vaikuttaa esimerkiksi siihen, millaiset olosuhteet kiinteistössä tulee olla ja millaisia vaatimuksia kiinteistön tulee täyttää säilyäkseen toimintakelpoisena.
- **Täydentävät toimialat** ovat toimialoja, jotka luovat puitteet kiinteistöjen käytölle. Tällaisia ovat esimerkiksi kiinteistön hankintoja rahoittavat pankit, sopimuksiin osallistuvat lakitoimistot, kiinteistöjen kuntotarkastajat ja erilaiset osto-organisaatiot. Täydentävät toimialat vaikuttavat välillisesti myös kiinteistöpalveluihin.

Sidosryhmiä tarkasteltaessa tulee huomioida, että jaottelu roolien välillä voi olla monimutkaisempaa, esimerkiksi kiinteistön omistaja voi tarjota itse myös kiinteistöpalveluita ja toimeksiantaja voi olla kiinteistön omistaja tai ulkopuolinen taho.

2.3.3 Kiinteistöpalveluiden tarpeen muuttuminen

Organisaatioiden tarpeet muuttuvat, ja tätä kautta myös kiinteistöjohtamisen kenttä muuttuu muiden toimialojen tapaan digitalisaation, kiinteistöjen ja organisaatioiden muutoksen, sekä kestävä kehityksen seurauksena (Bröchner et al. 2018). Tämä asettaa myös kiinteistöpalveluille uusia tavoitteita. Uusia suuntia kiinteistöjohtamisen tutkimisessa ovat esimerkiksi ympäristölliset asiat, sisäympäristön merkitys, loppukäyttäjien kokemukset, työntekijöiden tuottavuus, tehokkuuden mittaaminen, älykkäät rakennukset, huollettavuus, ulkoistuspäätökset ja IT-teknologia (Atkin & Bildsten 2017). Muutoksen tiedostaminen on tärkeää uusien kiinteistöpalveluiden mahdollisuuksien tutkittaessa, sillä kiinteistöjohtaminen vaikuttaa olennaisesti siihen, mitä palveluita kiinteistöissä käytetään.

Työntekijät ja organisaatiot ovat nykyään hyvin erilaisia kuin esimerkiksi 30 vuotta sitten. Tästä esimerkkinä Kowalski & Loretto (2017) nostavat esille työn muuttumisen joustavammaksi, perinteisten organisaatiohierarkioiden murentumisen ja työntekijöiden hyvinvoinnin korostumisen. Nollatuntisopimukset ja muut joustavat työskentelymuodot ovat arkipäiväistyneet ja HR-osaston tärkeä tehtävä on varmistaa työntekijöiden hyvinvointi. Voidaankin todeta, että työskentely-ympäristö ei rakennu pelkästään kiinteistöstä ja sen

kalusteista, vaan siihen vaikuttaa olennaisesti myös organisaation toimintatavat ja käytännöt (Kowalski & Loretto 2017).

Perinteisesti yritykset ovat omistaneet liikekiinteistönsä itse ja kiinteistöt olivat vahva osa yrityksen tuotantoprosessia. Nykyään ajatellaan kuitenkin, että yritysten arvokkain omaisuus on enemmän organisaation työntekijöiden tietämyksessä kuin esimerkiksi liiketoimissa tai tuotantolinjoissa. Kiinteistöjohtajien tulisi keskittyä kiinteistön kustannusten minimoimiseen sijaan kysymään oikeita kysymyksiä siitä, miten kiinteistö voisi vahvistaa yrityksen strategista asemaa asiakkaiden, työntekijöiden ja yhteistyötahojen silmissä esimerkiksi tukemalla entistä paremmin organisaatioiden kokonaisvaltaisen tietämyksen rakentumista (Ware & Carder 2012). Kiinteistö tulisi nähdä arvoa tuottavana resurssina eikä vain omaisuutena tai staattisena taustaympäristönä rutiinityölle.

Kiinteistöjohtajan perinteisenä tehtävänä on ollut hallita kiinteistöjen rahoitusta ja varmistaa organisaation taloudellinen asema. Nykyään painopiste on muuttunut siten, että kiinteistöjohtajalla on velvollisuus johtaa ihmisiä ja heidän kokemuksiaan rakennuksessa. Työpaikka täytyy suunnitella työntekijöiden hyödyntämien palveluiden ja kokemusten ympärille. Harris (2015) esittää tutkimuksessaan erilaisia vaatimuksia, joita nykyajan kiinteistöjohtamiselle ja liiketoimille voidaan asettaa:

- Tilojen tulee olla keino ilmaista yrityksen kulttuuria ja arvoja.
- Työpaikan täytyy tuoda työntekijät yhteen yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi.
- Kiinteistöllä tulee olla suunnitelma jatkuvaan sopeutumiseen ja kiinteistön erilaisiin käyttötarkoituksiin.
- Tilojen täytyy luoda käyttäjille kokemuksia uusien työntekijöiden houkuttelemiseksi.
- Tiloissa tulee tarjota erilaisia palveluita (ruokailu, hyvinvointi tapahtumat jne.) erilaisille työntekijöille.
- Tarvitaan erilaisia toiminnallisia tiloja esimerkiksi ryhmätyön, keskittymisen, luovuuden ja yksityisyyden mahdollistamiseksi

Kiinteistöjohtajan rooli on tulevaisuudessa toimia yhä enemmän ihmisten johtajana eikä pelkästään teknisenä tukifunktiona. Kiinteistöjohtajan kriittiset tehtävät vaativat yhä enemmän yhteyttä vuokralaisten liiketoiminnan kanssa, keskittymistä käyttäjiin ja resursien hallintaa (Harris 2015).

Nykyään myös ympäristöasiat ja kestävä kehitys ovat olennainen ajuri kiinteistöjohtamisen toimialalle. Støre-Valen & Buser (2019) esittävät kestävään kiinteistöjen johtamiseen

liittyvän neljä keskeistä haastetta, jotka ovat: 1) organisaatiot, 2) teknologia, 3) käyttäjät ja 4) politiikka. Koska kiinteistöjohtaja pyrkii tekemään kiinteistöllä voittoa kiinteistön omistajalle, on omistajan organisaatiolla usein hankaluuksia vastata muuttuvaan lainsäädäntöön ja asetuksiin pysyen silti voitollisena. Teknologia voidaan nähdä myös haasteena, koska vaikka uudet teknologiat mahdollistaisivat kestävämmän kiinteistöliiketoiminnan, niiden käyttö vaatii uudenlaista osaamista ja tätä kautta uusia käytäntöjä ja malleja. Näin ollen siirtymä ei tapahdu nopeasti. Käyttäjien toimet ovat myös ongelma kestäville kehitykselle, koska vaikka teoriassa kiinteistössä tehtäisiin kestäviä ratkaisuja, ei käyttäjien toimintaa voida ennustaa ja olla varmoja, että asiat tapahtuvat halutulla tavalla. Lisäksi politiikan merkitys on suuri, sillä poliittiset linjaukset synnyttävät kestäväan kehitykseen liittyviä innovaatioita ja määrittävät kiinteistöjohtajien velvollisuudet.

2.3.4 Arvontuotto kiinteistöpalveluissa

Kuten alaluvussa 2.2 tarkasteltiin, lähtökohtaisesti palveluiden arvo määräytyy asiakkaan ja palveluntarjoajan yhteistyön ja vuorovaikutuksen perusteella. Erityisesti tukipalveluiden, kuten kiinteistöpalvelujen kohdalla palveluntuottajan täytyy lisäarvoa tuottaakseen ymmärtää arvon muodostuminen todella tarkasti, sillä usein näillä markkinoilla palveluntarjoajan valinnan ensisijaisena kriteerinä pidetään kustannuksia (Coenen et al. 2013).

Kiinteistöpalvelut tuottavat arvoa toimijoille arvoverkostossaan, ja kiinteistön palveluiden tilaamisesta vastaa kiinteistöjohtaja. Näiden palveluiden arvo kiinteistön käyttäjille syntyy kiinteistöpalveluiden tarjoajan toimien myötä, mutta arvon syntyminen on mahdollista vain, koska kiinteistöjohtaja on järjestänyt palvelut kiinteistölle. Tämä tukee alaluvun 2.3.1 alussa esitettyjä kiinteistöpalveluiden ja kiinteistöjohtamisen määritelmiä, joiden myötä huomattiin kiinteistöpalveluiden arvon syntyminen kontribuoivan sekä palvelun tarjoaja että kiinteistöjohtaja. Selvyyden vuoksi todetaan, että edellä kuvatusta päällekkäisyydestä johtuen, tässä työssä tarkastellaan kiinteistöpalveluiden ja kiinteistöjohtamisen tuottamaa arvoa rinnakkain siltä osin, kun se on relevanttia.

Arvon tuottoa on tutkittu kiinteistöalalla useasta näkökulmasta. Kirjallisuudessa esiintyviä näkökulmia ovat esimerkiksi rakennetun ympäristön tuottama arvo sen käyttäjille ja omistajille, sekä kiinteistöjohtamisen tuottama arvo kiinteistössä työskenteleville organisaatioille. Arvontuoton tarkastelu eri näkökulmista on tärkeää, koska kiinteistöalalla eri toimijat vaikuttavat toisiinsa eikä arvontuotto ole yksiselitteistä. Jensen & Petersen (2014) mainitsevat kiinteistöpalveluiden tuottaman arvolutauksen olevan kiinteistön ja siihen liittyvien asioiden turvaaminen, ylläpitäminen ja hallinnointi kiinteistön elinkaaren

ajan. He mainitsevat myös näitä palveluita tarjoavan yrityksen välttämättömien ominaisuuksien olevan erityisesti HR-puolen osaaminen, kuten henkilökunnan rekrytointi, koulutus ja motivointi, sillä työ on resurssi-intensiivistä.

Lindholm et al. (2006) esittävät tutkimuksessaan, että kiinteistöt tuottavat sitä operoivalle yritykselle arvoa kahdella tavalla: toimitiloissa operoivan yrityksen tuottojen lisääntymisen ja kannattavuuden parantumisen kautta. Lindholm et al. (2006) mainitsevatkin tutkimuksessaan seitsemän erilaista kiinteistöstrategiaa, joiden kautta kiinteistön arvo realisoituu organisaatiolle. Nämä strategiat ovat omaisuuden arvon lisääminen, markkinoinnin ja myynnin edistäminen, innovaatioiden lisääminen, työntekijöiden tyytyväisyyden kasvattaminen, joustavuuden lisääminen ja kustannusten pienentyminen.

Omaisuuden arvon lisäämisellä tarkoitetaan näkökulmaa, jossa kiinteistö nähdään yksinkertaisesti omaisuutena taseessa ja tämän vuoksi kiinteistöjen taloudellinen arvo pyritään maksimoimaan esimerkiksi kiinteistön ylläpidolla, hyvällä sijainnilla ja siihen kohdistuvien riskien pienentämisellä. Tämä strategia hyödyttää erityisesti kiinteistön omistajaa, ja se on varsin perinteinen ajattelutapa. Ajattelumallissa kiinteistön arvo määräytyy sen mukaan, millaista vuokraa kiinteistön tiloista ollaan valmiita maksamaan. Vuokrataso perustuu siihen, että markkinat hinnoittelevat lähtökohtaisesti kiinteistön.

Toinen kiinteistöstrategia, myynnin ja markkinoinnin edistäminen, voidaan saavuttaa esimerkiksi asiakkaita houkuttelevalla tai symbolista arvoa tuottavalla sijainnilla ja asiakkaita kiinnostavilla tiloilla. Tämä näkökulma hyödyttää ensisijaisesti kiinteistössä toimivia yrityksiä ja tätä kautta myös kiinteistön omistajaa. Innovaatioita voidaan tukea esimerkiksi käytettävällä työympäristöllä ja innovatiivisia prosesseja tukevilla tiloilla. Tästä on hyötyä kiinteistön vuokralaisille. Työntekijöiden tyytyväisyys lisääntyy mukavan ja nopeasti vaatimuksiin mukautuvan työympäristön kautta. Tuottavuus lisääntyy työympäristön tasokkaiden olosuhteiden sekä kiinteistön ylläpidon kautta. Joustavuus kiinteistössä lisääntyy esimerkiksi leasing-sopimusten myötä ja tätä kautta kehitettävien joustavien työympäristöjen kautta. Kustannuksia voidaan pienentää minimoimalla kiinteistön käyttökustannuksia, hankkimalla mittakaavaetua ja tehostamalla työpaikkojen tilankäyttöä. (Lindholm et al. 2006)

Kiinteistöjohtamisen arvontuottoon on erilaisia näkökulmia. Hyvä koonti alan kirjallisuudessa esiintyvistä näkökulmista on esimerkiksi Jensenin et al. (2012) muodostama viitekehys kiinteistöjohtamisen tuottamaan arvoon. Viitekehys koostuu neljästä näkökulmasta, joihin kiinteistöjohtaminen tuottaa arvoa. Näkökulmat ovat: 1) ihmiset, 2) prosessit, 3) talous ja 4) yhteiskunta. Ihmisiin liittyviä tekijöitä ovat esimerkiksi työntekijöiden

tyytyväisyyden lisääntyminen, imago, kulttuuri ja koettu onnistuminen. Prosesseihin liittyy esimerkiksi innovaatioiden lisääntyminen, tuottavuuden kasvu, joustavuus ja luotettavuus. Taloudelliseen näkökulmaan liittyy esimerkiksi kustannusten pienentyminen ja kiinteistön arvon säilyttäminen. Yhteiskunta saa arvoa esimerkiksi kiinteistöjen mahdollistamasta sosiaalisesta kanssakäymisestä ja ympäristöä säästävistä ratkaisuista.

Jensen et al. (2014) ja Coenen et al. (2013) jalostavat edellä kuvattua viitekehystä mainitsemalla viisi eri tyyppistä arvoa, joita erityisesti kiinteistöjohtaminen tuottaa edellä kuvatuille ryhmille. Molemmissa tutkimuksissa kategoriat ovat käyttöarvo, sosiaalinen arvo, ympäristöllinen arvo ja suhdearvo. Jensen et al. (2014) mainitsevat lisäksi vielä taloudellisen arvon. Edellä mainittuihin arvon tyyppeihin on tutustuttu yleisellä tasolla alaluvussa 2.2.1. ja seuraavaksi näihin tutustutaan kiinteistöjohtamisen kontekstissa.

Käyttöarvo

Kiinteistöjohtaminen tuottaa käyttöarvoa kiinteistöä käyttävälle organisaatiolle. Arvo näkyy muun muassa kiinteistöä käyttävän organisaation tuottavuudessa, kannattavuudessa, kilpailukyvyssä ja liiketoiminnan toistettavuudessa. Voidaankin tiivistetysti ajatella, että käyttöarvo tarkoittaa sitä, kuinka paljon kiinteistö auttaa sen käyttäjää saavuttamaan haluamiaan tavoitteita (Jensen et al. 2012). Organisaation saama arvo muodostuu ensisijaisten prosessien kehittämisestä ja tukemisesta, kuten turvallisen ja työkykyä edistävän tilan tarjoamisesta, joka rohkaisee työntekijöitä joustavaan työskentelyyn, yhteistyöhön ja kommunikaatioon sekä ehkäisee poissaoloja. Coenen et al. (2013) mainitsevat että käyttöarvo muodostuu kaikkien sidosryhmien yhteistoimintana, sillä sidosryhmät vaikuttavat kukin jollain tapaa kiinteistön toimintaan. Näin ollen jokaisella sidosryhmällä on osaltaan merkitystä lopullisen käyttöarvon kannalta.

Sosiaalinen arvo

Vaikka kiinteistöt nähdään usein teknisenä kokonaisuutena tai omaisuutena ja investoinnin kohteena, ne voidaan nähdä myös sosiaalisina ympäristöinä, jotka luovat sosiaalisia prosesseja ja ihmissuhteita. Alexander & Price (2012) kuvaavat kiinteistöjohtamisen olevan sosiaalinen konstruktio. Ihmisten reaktiot erilaisiin asioihin ja heidän suorituskyykynsä riippuvat ympäristön ominaisuuksista kuten huoneen koosta, sijainnista ja sisustuksesta. Näin ollen kiinteistöjohtaminen voi luoda myös sosiaalista arvoa, sillä se vaikuttaa kiinteistöjen fyysisiin ominaisuuksiin (Bitner 1992).

Pelkästään esimerkiksi työtilan tai sääsuojan sijaan rakennetun ympäristön tarkoitus on luoda sosiaalinen asetelma, jossa ihmiset voivat tavata toisiaan ja vuorovaikuttaa keskenään. McMillan (2006) määrittelee sosiaalisen arvon syntyvän siitä, kun ihmisten vä-

lille syntyy yhteyksiä ja sosiaalisen kanssakäymisen mahdollisuudet kasvavat. Rakennetun ympäristön muodostaman sosiaalisen arvon mittareita ovat esimerkiksi tilojen käyttäjien kokema yhteisöllisyys, tilan astuminen, ylpeys tilasta, naapurillinen käyttäytyminen ja vähentynyt ilkivalta.

Ympäristöllinen arvo

Ympäristöllinen arvo on noussut esiin kestävässä kehityksessä liittyvien velvollisuuksien myötä. McMillan (2006) määrittelee ympäristöllisen arvon merkityksen muodostuvan sukupolvien välisen epätasa-arvon synnyttämästä huolesta sekä halusta turvata luonnon monimuotoisuus ja rajoittaa rajallisten luonnonvarojen käyttöä. Kiinteistöjohtaminen voi luoda ympäristöllistä arvoa vähentämällä energian- ja vedenkulutusta, tekemällä kestäviä hankintapäätöksiä, vihreillä toimitusketjuilla ja paremmilla kierrätystoimilla. Vihreän strategian tulee olla tasapainossa organisaation käytäntöjen kanssa. (Coenen et al. 2013)

Suhdearvo

Usein yritykset eivät tee yhteistyötä pelkästään ostettavan tuotteen arvon takia, vaan B2B-puolella tarjooman arvoon liittyy myös monia muita näkökulmia kuten yhteistyön tuottama suhdearvo. Suhdearvo syntyy esimerkiksi siitä, että 1) asiakas voi luottaa saavansa korkeatasoista palvelua, 2) asiakas kokee ystävyyttä toimittajan kanssa, tai 3) asiakkaan huolestuneisuus pienenee koska toimittajaan voi luottaa (Lindgreen & Wynstra 2005). Kok et al. (2011) mainitsevat, että ydinliiketoiminnan ja kiinteistöjohtamisen yhteistyö on avaintekijä kiinteistöjohtamisen tuottamaan lisäarvoon. Palvelujen laadun ja suorituskyvyn lisäksi suhde kiinteistöjohtamisen ja asiakkaiden välillä on merkittävä arvoon vaikuttava tekijä. Näin ollen suhdearvon merkitystä ei voida sivuuttaa.

Arvonluonnin haasteet

Kiinteistön omistajan, vuokralaisten ja käyttäjien näkökulmasta arvo muodostuu erilaisista asioista ja kiinteistöpalveluiden arvon luontiin liittyy erilaisia haasteita. Jylhä & Junnila (2014) mainitsevat Lean -ajatteluun pohjautuvassa tutkimuksessaan kuusi erilaista hukkaa, jotka aiheutuvat tyypillisesti kiinteistöihin liittyvissä prosesseissa. Arvonluonti kiinteistössä häiriintyy seuraavista syistä johtuen:

1. Palveluiden osaprosessit on optimoitu sen sijaan että koko palveluprosessi olisi optimoitu.
2. Hinnat minimoidaan kustannusten sijaan.
3. Prosessit eivät vastaa asiakasarvoa.
4. Työntekijät ovat jatkuvasti ylikuormitettuja.

5. Ei ole kykyä tehdä parannuksia.

6. Tieto on huonosti hallittua.

Ensimmäinen häiriö aiheutuu siitä, että jokainen kiinteistön prosessi muodostuu lukuisien tehtävien ympärille. Kun työntekijä on saanut tehtävän suoritettua, tehtävä siirtyy seuraavalle taholle. Esimerkiksi kun kiinteistön käyttäjä huomaa, että wc ei vedä kunolla, hän ilmoittaa siitä infopisteelle, jossa erillinen henkilö tekee vikailmoituksen järjestelmään ja raportoi siitä huoltoon, jossa taas esihenkilö antaa tehtävän jälleen uudelle henkilölle. Vaikka tehtävä saataisiin hoidettua, ongelmana ovat mahdolliset informaatiokatkokset, viivästykset ja odottelu osaprosessien välillä. Jylhä & Junnila (2014) huomasivat tutkimuksessaan, että työntekijät halusivat tehostaa prosesseja, mutta pystyivät vaikuttamaan vain omaan pieneen osaansa prosessia. Joissain tilanteissa asiakas saattoi kontaktoida kiinteistön omistajaa, jos työ ei tapahtunut tarpeeksi nopeasti, ja tällöin omistaja saattoi yrittää nopeuttaa prosessia toimimalla viestinviejänä aliprosessien välillä, mikä aiheutti hukkaa entisestään.

Toinen häiriö aiheutuu siitä, että työntekijät ovat velvoitettuja noudattamaan tiettyä kaavaa hankintoja suunnitellessaan ja usein käytäntönä on tarjouskilpailu, jossa halvimman tarjouksen tehnyt toimittaja voittaa. Tulisi kuitenkin erotella selkeästi tarjoomasta maksettava hinta ja kokonaiskustannus, sillä kokonaiskustannukset voidaan minimoida vain minimoimalla hukka. Kolmas häiriö aiheutuu kommunikaation puutteesta, sillä työntekijät eivät aina tiedä mitä pitäisi tehdä tai asiakkaiden oletetut tarpeet eivät vastaa mahdollista palvelua. Toisinaan esimerkiksi asiakas vaatii nopeaa palvelua, mutta sellaista ei ole prosessien puitteissa mahdollista tarjota.

Neljäs hukka aiheutuu siitä, että työntekijät joutuvat tekemän paljon automatisoitavissa olevia toimintoja, kuten etsimään oikeita dokumentteja ja hyväksymään mekaanisesti erilaisia raportteja. Kaikki tällaisiin manuaalisiin toimenpiteisiin käytetty aika on pois tuotavasta työstä. Viides hukka aiheutuu standardoinnin puutteesta ja siitä, että parhaita käytäntöjä ei jaeta jatkuvasti. Työntekijät saattavat jakaa hyväksi havaitsemiaan käytäntöjä kollegoilleen, mutta se ei ole systemaattista siten, että se hyödyttäisi koko organisaatiota. Kuudes häiriö aiheutuu siitä, että työntekijöillä on liikaa informaatiota, informaatiota puuttuu tai se on hukassa ja vaikea löytää. Jylhän & Junnilan (2014) tulokset ovat erityisesti kiinteistöpalveluntarjoajien kannalta kiinnostavia, sillä näitä asioita korjaamalla pystytään palvelemaan entistä paremmin kiinteistön omistajia ja vuokralaisia.

2.3.5 Digitaaliset kiinteistöpalvelut

Kiinteistöpalveluissa hyödynnettävä data ja uudet teknologiat ovat useasta näkökulmasta tarkasteltuna kiinnostava mahdollisuus kehittää liiketoimintaa. Erilaisia datapohjaisia palveluita käytetään maailmalla jo nykyhetkellä, mutta suurin osa näistä keskittyy toiminnan optimointiin ja säästöjen tavoitteluun. Uusien teknologioiden yleistyessä markkinoille ilmaantuu aina jossain vaiheessa disruptiivisia innovaatioita (joita aletaan käyttää laajasti), mutta tällaiset sovelluskohteet ovat vielä harvinaisia kiinteistöpalveluiden kohdalla. Pitkällä aikavälillä painopiste siirtyy kuitenkin yhä enemmän tähän suuntaan. (Granlund 2017)

Tässä luvussa tarkastellaan IoT:n, big datan ja muiden kehittyvien teknologioiden olemassa olevia sovellutuksia kiinteistöjen osalta sekä sitä, millaisia mahdollisuuksia ja ratkaisuita näiden osalta ennustetaan tulevaisuudessa olevan. Huomioitavaa on, että kaikki sovellutukset eivät liity suoraan kiinteistöpalveluihin. Kaikkien toimialaa hyödyttävien ratkaisujen ymmärtäminen on kuitenkin tärkeää myös kiinteistöpalveluita tarjoavalle taholle, kun halutaan tietää datan mahdollisia käyttökohteita ja kehittää keinoja kaupallistaa kiinteistöistä kerättyä dataa. Arvoverkostossa toimiessa täytyy nimittäin ajatella kaikkien etua. Lisäksi tulee huomioida, että palveluiden toteuttaminen vaatii uudenlaisia yhteistyön muotoja.

Kiinteistöpalveluiden digitalisaation haasteet

Ismail (2017) mainitsee kiinteistöhuoltoon liittyen kolme ensisijaista ongelmaa, joita digitaaliset palvelut pyrkivät ratkaisemaan. Ongelmat ovat 1) heikko palvelun toimitus, 2) riittämätön rahoitus ja 3) heikko huoltosuunnitelma ja huoltoloki. Palvelun toimitukseen liittyvät ongelmat johtuvat yleensä riittämättömistä tietojärjestelmistä. Informaation kulku saattaa pohjautua esimerkiksi jaettuun Excel-tilukkaan, jota päivitetään manuaalisesti sähköpostin tai paperin kautta, jolloin taulukko ei tarjoa riittäviä ja ajankohtaisia tietoja esimerkiksi huollettavan kohteen laitteistosta tai materiaaleista. Tämä aiheuttaa ongelmia ja viivästyksiä (Hua et al. 2005). Rahoituksen riittämättömyys johtuu riittämättömästä budjetoinnista ennakoivaan huoltoon ja korjaustöihin. Ongelmia syntyy erityisesti, kun huoltoja toteutetaan vain tarpeesta. Tällöin erilaisia puutoksia saattaa alkaa syntyä yhtäkkiä, mikä johtaa käyttäjien tyytymättömyyteen (Rahman et al. 2012). Lavy & Bilbo (2009) mainitsevat, että systemaattisen huoltokirjanpidon puute johtaa pitkiin huollon toimitusaikoihin ja budjetin ylityksiin, mikä on isoin osoitus heikosta huoltosuunnitelmasta. Digitaalisten palveluiden avulla palvelun tasoa ja olosuhteiden säilyvyyttä voidaan demonstroida asiakkaalle uudella tavalla.

Kiinteistöjohtamisen ja samalla kiinteistöpalveluiden näkökulmasta isoin haaste älykkäiden palveluiden käyttöönottoon liittyen on datan integraatio. Kiinteistöjohtaminen sitouttaa paljon erilaisia tekniikkoja, hallintohenkilöstöä ja kolmansia osapuolia, ja näiden tahojen välinen informaation kulku on ensisijaista tehokkaan toiminnan kannalta. Tyypillisesti erilaisiin toimintoihin kiinteistössä on olemassa omat järjestelmänsä, mutta integraation puute järjestelmien välillä aiheuttaa virheellisesti toimenpiteitä, mikä johtaa tarpeettomiin kustannuksiin (Araszkiewicz 2017). Erityisesti ongelma on yhdistää kiinteistön suunnittelu- ja rakennusvaiheesta saatu data käyttöaikaiseen dataan. Näin ollen kiinteistöpalveluille ei siirry data, jota käytettiin kiinteistön rakennusvaiheessa. Tähän ongelmaan on kirjallisuudessa esitetty ratkaisuna kiinteistöjohtamiseen yhdistetty kiinteistön tietomalli (Building Information Model, BIM) (Pärn et al. 2017). BIM on integroitu tietokoneohjelmisto, jolla luodaan, jaetaan, vaihdetaan ja hallitaan informaatiota kiinteistön elinkaaren aikana kaikkien osapuolten kesken (Isikdag et al. 2008). Esimerkiksi kiinteistöjohtaminen hyötyy mallista siten, että sen avulla voidaan visualisoida iso määrä elinkaaren aikaista dataa, jota voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi kiinteistöhuollon yhteydessä. Nykyhetkellä suurin osa BIM-malleista sisältää kiinteistöpalveluiden näkökulmasta riittämätöntä dataa ja nykyään eri tutkimusten kohteena onkin selvittää, miten mallista saataisiin soveltuva kiinteistöjohtamisen tarkoituksiin (Pärn et al. 2017).

Datan integraation haasteen tunnistavat myös Lavikka et al. (2017). Digitaalisten palveluiden tuomaa mahdollisuutta kiinteistöalalla kartoittavassa tutkimuksessa he löysivät neljä kriittistä tekijää, jotka vaikuttavat digitaalisten kiinteistöpalveluiden arvontuottoon. Tekijät ovat: 1) dialogi kiinteistöjohtamisen ja rakennusvaiheen osapuolten välillä, 2) käyttöoikeus rakennushankkeen dokumentaatioon ja aikatauluihin, 3) riskien hallinta digitaalisten palveluiden kustannusta määritettäessä ja 4) läpinäkyvyys kustannusten kommunikoinnin yhteydessä. Tutkimuksen olennaisin lopputulos on, että kiinteistöpalveluiden tuottajan tulisi olla mukana jo kiinteistön rakennusvaiheessa, jotta digitaalisten palveluiden arvontuotto mahdollistuu. Palvelujen digitalisointi on huomattavasti helpompaa, kun asia tiedostetaan alusta asti ja dataa on saatavilla kokonaisvaltaisesti.

Älykkäät kiinteistöt

Uudenaikaisiin kiinteistöihin liittyy käsite älykkäät kiinteistöt, jolle ei toistaiseksi ole olemassa vakiintunutta määritelmää. Määritelmää lähestyvät kuitenkin varsin konkreettisesti tasolla esimerkiksi Ullah et al. (2018), jotka määrittelevät käsitteen tarkoittavan kiinteistöä tai maata, joka kerää ja tallentaa erilaista dataa asiakkaille, yrityksille ja omistajille käyttäen erilaisia elektronisia sensoreita. Älykkään kiinteistön keskeiset ominaisuudet ovat käyttäjäkeskeisyys, kestävyys ja innovatiivisten sekä disruptiivisten teknologioiden

käyttö tavalla, joka luo sellaisia etuja, että niiden saavuttaminen ei olisi muutoin mahdollista. Älykkääksi nimettyihin kiinteistöihin liittyy kyseisen artikkelin mukaan käytännössä esimerkiksi seuraavat disruptiiviset teknologiat tai ilmiöt: big data, tekoäly, robotiikka, pilvilaskenta, ohjelmistot palveluna (Software as a Service, SaaS), IoT, 3D-skannaus, puettava teknologia ja virtuaalinen todellisuus. (Ullah et al. 2018)

Puķite & Geipele (2017) määrittelevät puolestaan älykkään kiinteistön tarkoittavan rakennusta, joka on varustettu monitorointijärjestelmällä ja integroidulla kiinteistönhallintajärjestelmällä. Tällöin kiinteistö kykenee reagoimaan muutoksiin ulkoisissa ja sisäisissä olosuhteissa, mikä lisää kiinteistön käytännöllisyyttä, mukavuutta ja käyttäjäturvallisuutta, sekä minimoi ylläpidon kustannuksia. Nguyen & Aiello (2013) mainitsevat, että älykkään kiinteistön tarkoituksena on varmistaa taloudellinen tehokkuus, ympäristöystävällisyys sekä erittäin hyvä käyttäjämukavuus ja sisäolosuhteet. Nämä asiat ovat yhteistä kaikille edellä mainituille määritelmille.

On selvää, että erilaisiin kiinteistöihin kohdistuu erilaisia tavoitteita. Näin ollen myös älykkään kiinteistön ominaisuudet ovat vaihtelevia rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen. Esimerkiksi liikeliloissa yleensä tärkeintä on se, että työntekijät tuntevat itsensä hyvinvoiviksi, ovat turvassa ja voivat tehdä työnsä rauhassa. Toisaalta tämä tulee saavuttaa järkevien kustannusten rajoissa. Liikekiinteistössä halutaan yleensä myös optimoida kuluja, ja esimerkiksi energiankulutuksen pienentäminen tuottaa kustannussäästöjä omistajalle. Tuotantotiloissa taas pyritään siihen, että tilat edesauttavat operoivaa organisaatiota saavuttamaan tuotantotavoitteensa. Kiinteistöpalveluiden näkökulmasta nykyaikaisen kiinteistöautomaatiojärjestelmän tulisi olla standardoidusti rakennettu, käytettävissä useilla laitteilla ja suorituskyvyltään korkea. Käyttäjän näkökulmasta älykkään kiinteistön tulisi olla yksinkertainen ja toimiva, siten että kaikki tietotekniset ratkaisut on integroitu toimivaksi kokonaisuudeksi.

Digitaaliset palvelut

Kiinteistöjohtamisen digitalisointiin liittyvässä kirjallisuudessa mainitaan erilaisia kiinteistöjohtamisen osa-alueita, joita voidaan kehittää käyttäen dataa ja uusia teknologioita. Erityisenä haasteena toimialalla on sen suuri työvoimaintensiivisyys, sillä monet asiat täytyy toteuttaa kiinteistössä erikseen tehtävää varten palkatun työntekijän toimesta. Esimerkiksi vikailmoituksen jälkeen huoltomiehen on yleensä tultava paikalle suorittamaan huoltotehtävä, ja kiinteistön siivoaminen on tehtävä henkilöstöresursseja käyttäen.

Erilaiset digitaaliset palvelut jaotellaan kirjallisuudessa joko palvelun mahdollistavan teknologian tai palvelun kohteen kautta. Teknologian kautta erilaisia palveluita lähestyvät mm. Koch et al. (2019), Wong et al. (2018) ja Ullah et al. (2018). Palvelun kohteen kautta

palvelut jaottelevat mm. Balta-Ozkan (2013), Araszkievicz (2017) ja Jia et al. (2019). Tässä työssä tarkastelu tapahtuu pääasiassa palvelun kohteiden kautta, sillä teknologia nähdään mahdollistajana, ja kiinnostavampaa on palvelun lopputulos.

Koch et al. (2018) mainitsevat kirjallisuuskatsauksessaan keskeisiksi teknologioiksi älykkäissä kiinteistöissä big datan, IoT:n, digitaalisen mallintamisen, lohkoketjun (blockchainin) ja lisätyn todellisuuden hyödyntämisen. Big datan suurin hyöty on henkilöstöresursseja syövien toimintojen kehittäminen. Esimerkkinä tästä on työntekijöiden ja asiakkaiden paikantaminen, automaatiot ja integraatio eri laitteiden välillä, sekä rakennuksen hallinnon ja huollon optimointi. Digitaalisella mallintamisella pyritään luomaan kiinteistölle digitaalinen kaksonen, jolla tarkoitetaan dynaamista ohjelmistomallia, johon on tallennettu kiinteistöstä digitaalisesti identtinen kopio. Digitaalisesta kopiosta nähdään myös sensoreiden keräämä data, ja tämän perusteella esimerkiksi huoltohenkilöstö voi helposti havaita ongelmatilanteita eri puolilla kiinteistöä. Lohkoketju on tiivistetysti hajautettu tietokanta, joka tarjoaa uudenlaisen mahdollisuuden jakaa dataa kiinteistön osapuolten välillä ja tukea erilaisia prosesseja esimerkiksi älykkäiden sopimusten kautta.

Wong et al. (2018) mainitsevat puolestaan digitaalisille kiinteistöpalveluille neljä eri tyyppistä teknologiaa, jotka ovat 1) BIM, 2) Reality capture -teknologia, 3) IoT ja 4) maantieteellinen tietojärjestelmä. BIM ja IoT ovat esiteltty jo aiemmin tässä työssä. Reality capture -teknologia tarkoittaa fotogrammetriaa ja 3D-laserskannausta hyödyntävää digitaalisen mallintamista, jonka avulla voidaan saavuttaa ennennäkemättömän tarkkoja mallinoksia kiinteistöistä (Dai & Peng 2013). Maantieteellinen tietojärjestelmä auttaa puolestaan visualisoimaan dataa eri muodoissa ja paljastamaan erilaisia yhteyksiä datapisteiden välillä. (Wong et al. 2018)

Palveluiden kohteen perusteella jaoteltuna Araszkievicz (2017) esittää digitaalisten palveluiden tutkimuksen jakautuvan neljään eri tyyppiin: 1) energiatehokkuus, 2) käyttäjien turvallisuus, 3) telekommunikaatio ja 4) työpaikan automaatio. Balta-Ozkan et al. (2013) luokittelevat eri tyyppiset älykkäät palvelut seuraavasti: 1) energiansäästö, 2) kiinteistön olosuhteet, 3) viihde ja käytännöllisyys, 4) turvallisuus ja avustettu asuminen. Jia et al. (2019) listaavat myös useita teknologialla kehitettäviä palveluita älykkäissä kiinteistöissä, kuten: paikantaminen, energiatehokkuus, kiinteistöjen olosuhteet, kiinteistöjohtaminen ja turvallisuus.

Energiatehokkuuteen liittyvillä palveluilla tarkoitetaan kiinteistön päästöjen ja energiankulutuksen vähentämiseen ja hallitsemiseen tarkoitettuja palveluja. Käyttäjien turvallisuuspalvelut ovat palveluita, jotka pyrkivät tarjoamaan turvallisen ympäristön kiinteistön

käyttäjille. Telekommunikaatiomahdollisuuksiin ja työpaikan automaatoratkaisuihin keskittyvä kirjallisuus listaa keinoja muokata ympäristöä käyttäjien preferenssin mukaisesti esimerkiksi käyttämällä koneoppia käyttäjien toiminnan ennustamiseen ja mukauttamalla olosuhteet tämän mukaisesti (Araszkiewich 2017). Samaa asiaa tutkivat myös Jia et al. (2019) ja Balta-Ozkan et al. (2013) mainitessaan kiinteistöjen olosuhteista ja niihin vaikuttamisesta. Kiinteistöjohtamista tukevat palvelut ovat keino tuottaa arvoa ensisijaisesti kiinteistön omistajalle optimoimalla esimerkiksi tilankäyttöä ja hallitsemalla paremmin kiinteistöä. Paikallistamiseen liittyvät palvelut linkittyvät puolestaan sekä käyttäjien paremmin palvelemiseen että kiinteistöjohtamisen tehostamiseen. Seuraavissa kappaleissa käsitellään kiinteistöalan digitalisaatioon liittyvässä kirjallisuudessa esiintyviä esimerkkejä edellä mainituista palvelutyypeistä ja teknologioista.

Paikantaminen

Sisätiloissa asioiden paikantaminen on uusi ja potentiaalinen arvoa tuottava palvelu kiinteistön käyttäjille. Paikantaminen voi olla tyypiltään yksinkertaista liikkeen havaitsemista (liiketunnistimet), käyttäjämäärien laskemista erilaisin menetelmin tai käyttäjien liikkeiden jäljittämistä (Zou et al. 2018). Yksinkertaisimmillaan liike voidaan havaita esimerkiksi passiivisella infrapunatunnistimella (PIR), joka tunnistaa nopean vaihtelun infrapunasäteilyn määrässä ja osaa tätä kautta havaita, jos sen alueella on ihmisen liikettä. Monimutkaisemmissa tapauksissa käyttäjillä voi olla esimerkiksi älypuhelimissaan WiFi-yhteys, joka tunnistaa ja tallentaa missä käyttäjät liikkuvat.

Käyttäjien paikantamisen voidaan ajatella olevan erityisen tärkeää, kun halutaan tarjota oikeanlaisia kiinteistöpalveluita ja hallita energiankulutusta yksityiskohtaisemmin. Käyttäjien paikantaminen auttaa ymmärtämään kiinteistössä vierailevien henkilöiden käytöstä, ja tätä kautta osataan ennakoida erilaisia kiinteistön tapahtumia, kuten ruuhkia tietyssä kiinteistön osassa ja arvioida siivouksen tarvetta. Nykyinen GPS-teknologia ei mahdollista riittävän tarkkaa paikantamista, sillä se on tarkoitettu isompien alueiden havainnointiin. IoT mahdollistaa kuitenkin paikantamisen jopa muutaman millimetrin tarkkuudella, ja täten erilaisia palveluita (esimerkiksi lämmitys ja valaistus) on mahdollista säätää entistä tarkemmin käyttäjien toimien perusteella. Näin voidaan välttää yllilämmitys ja turha valaiseminen (Zafari et al. 2016).

Kiinteistöpalveluiden digitalisaatiota käsittelevässä kirjallisuudessa on jonkin verran esimerkkejä paikantamisen tuomista mahdollisuuksista. Paikantamisen tuomia mahdollisuuksia ovat esimerkiksi seuraavat: 1) Kiinteistössä ensimmäistä kertaa vieraileva käyttäjä voi saada paikannukseen perustuvan navigointiohjeen kännykkäänsä karttasovel-

luksen tavoin. 2) Eri puolilla kiinteistöä vierailevien kävijöiden paikantaminen kertoo kiinteistön omistajalle tiettyjen osien ruuhkautuvan ja täten kiinteistön resurssit voidaan kohdistaa oikein. 3) Kiinteistön omistajat ja kiinteistöhuoltajat voivat paikantaa huoltoa kaipaavia välineitä tai tiloja. Alletton et al. (2016) tutkimuksen kohteena on museo, jossa käyttäjä voi pukea päälleen laitteen. Laite paikantaa vieraan eri kohtiin museota ja näin museo pystyy esimerkiksi tarjoamaan kiinnostavaa lisätietoa taideteoksesta, jota henkilö katsoo parhaillaan. Yang et al. (2015) tutkivat puolestaan sairaalaa, jossa vierailijat saavat mobiililaitteeseensa lyhimmän reitin etsimänsä potilaan luokse. Lee et al. (2018) tutkivat RFID-tekniologian mahdollisuuksia asioiden paikantamisessa kotona. Verkon avulla käyttäjä voi luoda kartan kodistaan ja nähdä missä erilaiset asiat sijaitsevat. Kiinteistöpalveluiden tarjoajan näkökulmasta paikantaminen on potentiaalinen keino hyödyntää kiinteistöistä kerättyä dataa.

Energiatehokkuus

Kiinteistöt vastaavat eri noin 20-40% maailman energiantarpeesta sekä aiheuttavat yli 20% hiilidioksidipäästöistä vaikkei itse rakentamisesta aiheutuvia päästöjä huomioitaisi (Zou et al. 2017). Kiinteistöpalveluiden osuus kiinteistöjen käytöstä aiheutuvista hiilidioksidipäästöistä on noin 30% (Pelzeter & Sigg 2019). Energiatehokkuutta onkin tutkittu varsin paljon, ja useat maat ovat ottaneet tavoitteeksi pienentää kiinteistöjen energiankulutusta. Araszkiewicz (2017) mainitsee, että huomattava osa älykkäitä kiinteistöjä ja kiinteistöjohtamista yhdistävistä tutkimuksista käsittelee juuri tekniologian mahdollisuuksia kiinteistöjen energian käytön monitorointiin ja hallintaan.

Älykkään kiinteistön haasteena on tasapainottelu käyttäjien mukavuuden ja energiansäästön välillä. Kiinteistössä ei tulisi kuitenkaan heikentää käyttäjien kokemusta energiatehokkuuden kustannuksella. Nykyään on olemassa erilaisia kiinteistön energianhallintajärjestelmiä, jotka auttavat hallitsemaan, monitoroimaan ja optimoimaan kiinteistön energiankäyttöä. Näissä järjestelmissä asennetaan esimerkiksi mittarit sähkönkäytön seuraamiseen kiinteistön omistajia varten. Energiankäytön optimoinnin tiimoilta on kuitenkin vielä runsaasti kehityspotentiaalia.

Konkreettisia esimerkkejä uusista energiaa säästävistä palveluista löytyy. Pan et al. (2015) kehittivät sijaintiin perustuvan automaation, jossa käyttäjän matkapuhelimen sijainnin perusteella pystytään määrittämään kiinteistön ilmanvaihdon tarve. Tulevaisuudessa mahdollisuutena on esimerkiksi säätää ilmanvaihto ja lämmitys tilassa olevien henkilöiden lukumäärän mukaan sekä optimoida valaistusta ulkoa tulevan valon perusteella. Kiinteistöjä voidaan lämmittää sääennusteen mukaan. Esimerkiksi jos lähipäiville ennustetaan suurta lämpötilan alenemista, voidaan kiinteistöä lämmittää ulkoilman

avulla hieman lämpimämmäksi etukäteen, jotta ensimmäisinä kylminä päivinä voidaan hyödyntää ulkoilmasta kerättyä lämpöenergiaa.

IoT mahdollistaa myös älykkäät sähköverkot, joilla tarkoitetaan sähköverkkoa, joka hyödyntää erilaisia teknologioita (laitteita, tai ohjelmistoja). Nämä teknologiat tekevät verkosta luotettavamman, monikäyttöisemmän, turvallisemman, mukautuvamman ja käyttäjien näkökulmasta hyödyllisemmän (Sioshansi 2011). Älykkään verkon suurin etu on se, että se mahdollistaa kommunikaation käyttäjien ja sähköverkon välillä älykkäiden mittareiden kautta. Tällöin esimerkiksi kotitaloudet voivat optimoida sähkönkulutustaan ja verkko voi optimoida vähemmän kiireellisiä asioita tehtäväksi ruuhka-aikojen ulkopuolella, jolloin sähkön tarve tasaantuu. Älykäs verkko mahdollistaa reaaliaikaisen energiankulutuksen lisäksi myös muiden ominaisuuksien kuten jännitteen, sähkön vaiheen ja taajuuden monitoroinnin. Lisäksi verkko voi kommunikoida erilaisista ongelmista ja välittää tietoa muille verkon osille, mikä parantaa sen luotettavuutta (Depuru et al. 2011).

Kiinteistön olosuhteet

Käyttäjien mukavuuden lisääminen on eräs isoimmista IoT:n tuomista mahdollisuuksista kiinteistöille. Ihmiset viettävät elämästään keskimäärin noin 80% sisällä (Höppe 2002), ja siksi terveelliset ja mukavat sisäolosuhteet ovat tärkeä osa tuottavuutta ja hyvinvointia. Kattava sisätilojen olosuhteiden monitorointi on nykyään mahdollista ja se tätä voidaan hyödyntää erilaisten sovellusten luomisessa. Tulevaisuudessa kiinteistöautomaatiojärjestelmät, kuten ilmanvaihto ja lämmitys voidaan integroida sensoreiden ja aktuaattoreiden kanssa siten, että lämpötila mukautuu automaattisesti käyttäjän preferenssien mukaisesti, kun hän saapuu tilaan. Nykyhetkellä älykoodit ovat ensimmäisiä kiinteistöjä, joissa mukavuutta lisääviä tekijöitä käytetään. Esimerkkinä Kelly et al. (2017) kehittivät järjestelmän, joka monitoroi asuintilojen olosuhteita ja hyödykkeiden käyttöä. Bashir & Gill (2016) puolestaan esittävät kiinteistöjohtajille tarkoitetun integroidun viitekehyksen, joka mahdollistaa kiinteistön monitoroinnin reaaliajassa.

Myös teollisessa käytössä on mukavuutta lisääviä palveluita. Esimerkiksi Talon & Goldstein (2019) tutkivat kuinka eräällä IoT-järjestelmällä voidaan kerätä tietoja käyttäjien preferensseistä ja muokata kiinteistön olosuhteita vastaamaan näitä tietoja. Käyttäjät voivat ”äänestää” älypuhelimillaan mihin suuntaan olosuhteita tulisi muuttaa. Kuitenkin tulee huomata, että toisinaan käyttäjien mukavuus ja energiansäästö ovat vastakkaisia asioita, ja tämän vuoksi näitä asioita ei tule käsitellä erikseen vaan huomioida molemmat näkökulmat. Lähtökohtaisesti kiinteistön omistaja haluaa selvittää mahdollisimman pienillä lämmityskustannuksilla.

Esimerkkitapaus älykkäästä kiinteistöstä, jossa mukautetaan kiinteistön olosuhteita datapohjaisesti, on Hollannissa sijaitseva Edge Olympic -niminen kiinteistö. Rakennuksessa käytetään teknologiaa siten, että rakennuksen käyttäjien mukavuus ja työntekijöiden tuottavuus lisääntyvät. Kiinteistöä rakennettaessa on esimerkiksi huomioitu luonnonvalon käyttö valaistuksessa, ja katolla on laajat aurinkokennot. Kiinteistö käyttää verkkeihinsä verrattuna 70% vähemmän sähköä (Araszkiewicz 2017).

Kiinteistöjohtamisen ja kiinteistön olosuhteiden kannalta Edge Olympicin merkittävä etu on erityisesti kiinteistön suuri hallittavuus. Rakennuksessa voi hallita älypuhelimella monia asioita, ja kiinteistö on suunniteltu vahvassa yhteistyössä käyttäjien kanssa. Älypuhelimella on esimerkiksi mahdollista säätää valaistusta, lämpötilaa, ilmankosteutta ja hiilidioksiditasoa. Lisäksi käyttäjät voivat etsiä kollegansa nopeasti eri puolilta kiinteistöä, tarkkailla huoneiden käyttöastetta, hallita parkkipaikkoja ja varata kokoushuoneita. Tämä on mahdollista, sillä kiinteistöön on asennettu noin 28 000 erilaista sensoria keräämään dataa erilaisista lähteistä. Digitaalinen infrastruktuuri on rakennettu joustavaksi ja siihen on helppo lisätä myöhemmin asioita, jotta käyttäjien muuttuvat tarpeet pystytään täyttämään. (Ovg Real Estate 2019)

Bilal et al. (2016) mainitsevat tutkimuksessaan erilaisia big datan tuomia mahdollisuuksia lisäarvon tuottamiseen rakennusalaalla, ja kiinnostava näkökulma on erityisesti personoidut palvelut. Personoidut palvelut tarkoittavat kiinteistön ominaisuuksia, joita käyttäjät voivat hallita itse mielensä mukaan ja jotka muokkautuvat käyttäjien toiveiden mukaisesti. Esimerkkinä SPOT-niminen sovellus mahdollistaa sen, että käyttäjät voivat valita lämpötilan itsenäisesti. Kiinteistö lämpiää tähän valittuun lämpötilaan työntekijöiden saapuessa paikalle ja viilenee illalla energian säästämiseksi. Kirjoittajat mainitsevat myös ison mahdollisuuden olevan asioiden ja palveluiden tarkemmassa kohdentamisessa big datan avulla.

Kiinteistöjohtaminen

Kiinteistön elinkaaren pisin vaihe on luonnollisesti kiinteistön käyttövaihe, ja tämän vuoksi kiinteistöjohtaminen ja kiinteistöpalvelut ovat älykiinteistössä merkittävä keino tuottaa lisäarvoa. Kiinteistöjen elinkaaren aikaisista kustannuksista jopa 85% kuluu kiinteistöjohtamiseen, ja siksi sen tehostaminen on erityisen tärkeää (Teicholz 2013). Kiinteistöjohtaminen vaatiikin nykyään ennakoivaa huoltoa ja reaaliaikaista virheiden havainnointia.

Kaksi isoa kiinteistöjohtamisen osa-aluetta liittyvät huoltojen johtamiseen sekä energiankulutuksen tarkkailuun. Kiinteistön huoltopäätös vaatii erilaisten tietolähteiden, kuten huoltokirjojen, tilausten, vikojen syiden ja vaikutusten analysointia. Informaatiota syntyy

myös eri sidosryhmiltä, eli datan integraatio on olennaista (Motawa & Almarshad 2013). Vääränlaiset päätökset johtavat tarpeettomiin kustannuksiin, ja virheellisen datan välttämiseen tarkoitettut integroidut järjestelmät ovat nousemassa tärkeiksi elementeiksi kiinteistöjohtajille (Sabol 2008). Perinteisessä kiinteistöjohtamisessa ongelmia on tyypillisesti datan laadun, ilmoitusten keston ja palveluiden viiveen kanssa.

IoT tarjoaa potentiaalia esimerkiksi kehittää kävijöiden mukavuutta ja parantaa kiinteistöpalveluiden laatua, vähentää korjauskustannuksia, vähentää kiinteistön energiankäyttöä ja optimoida resurssien käyttöä (I-Scoop 2019). Ahmed et al. (2017) mainitsevat, että data miningia on perinteisesti hyödynnetty kiinteistöjohtamisessa esimerkiksi kiinteistöjen käyttöasteiden selvittämiseen, huoltokustannusten ennustamiseen, ennakoivaan huoltoon ja energiatehokkuuden selvittämiseen. Haasteena big datan käytössä rakennuksiin liittyen on kuitenkin aiemminkin mainittu fragmentaatio datan keräämisessä (eri tahot keräävät rakennuksesta dataa eri vaiheissa) ja standardoinnin puute datanhallinnassa.

Alan kirjallisuudessa löytyy konkreettisia esimerkkejä kiinteistöjohtamisen kehittämistä datan avulla. D'Elia et al. (2010) tutkivat olosuhdeantureita hyödyntävää sovelluskokonaisuutta, joka automaattisesti ilmoittaa kiinteistöhuoltajalle puutteellisista olosuhteista ja viallisesta kiinteistöautomaatiolaitteesta. Lisäksi sovellus välittää tiedon korjauksen tarpeesta ja ajankohdasta kiinteistön vuokralaiselle ja henkilökunnalle. Samaa ideaa voitaisiin käyttää kaikkiin rakennuksen järjestelmiin.

Nirjon et al. (2017) kehittivät akustiikkaan perustuvan huoltojärjestelmän, joka havaitsee äänen prosessoinnin perusteella mahdolliset ongelmat laitteiden toiminnassa. Näin ollen myös taloteknisiä järjestelmiä voidaan monitoroida erilaisilla tärinään ja paineeseen perustuvilla laitteilla ja tätä kautta ennakoida mahdolliset ongelmatilanteet.

Hollantilainen yritys BeSense tarjoaa asiakkaille tietoa kiinteistön tilojen käytöstä sekä olosuhteista, kuten hiilidioksiditasosta, lämpötilasta, käyttöasteesta, ilmankosteudesta ja valaistuksesta. Yrityksen mukaan suurin hyöty heidän tuotteestaan syntyy tilankäytön optimoinnista. Esimerkiksi yrityksen toimitiloissa työpisteiden käytön monitorointi tarjoaa arvokasta tietoa siitä, kuinka paljon erilaisia työpisteitä tarvitaan. Lisäksi monitoroimalla olosuhdetietoja voidaan varmistua siitä, että kiinteistö on vaaditulla tasolla olosuhteiden osalta. (BeSense 2019)

Streather (2016) listaa yrityksensä (SPICA Technologies) IoT-pohjaisen tuotteen käyttömahdollisuuksia kiinteistöjohtamisessa. Kokoustilojen käytön monitorointi mahdollistaa vertailun varaustilanteen ja todellisen käytön välillä. Tätä kautta voidaan vaikuttaa työntekijöiden käytökseen kokoustilojen varaamisen suhteen ja toisaalta tilat voidaan siivota

todelliseen käyttöön perustuen. Pöytien alle asennetut läsnäolosensorit mahdollistavat sen, että työntekijät voivat nähdä missä on vapaita työpisteitä ja toisaalta ilmanvaihto voidaan katkaista tai laittaa pienemmälle niiltä osin, kun sitä ei tarvita. Tämä synnyttää energiasäästöjä. Lisäksi työpisteiden käyttöastetta tarkkailemalla pystytään optimoimaan niiden määrää.

Saniteettitilojen käytön monitorointi auttaa optimoimaan siivouksen tarvetta ja wc-tilojen oleellisuutta. Tarkkailun avulla voidaan esimerkiksi sopia, että tilat siivotaan 50 käyttökerran jälkeen, jolloin vältetään turhalta siivoukselta. Mikäli tilat ovat vähällä käytöllä, voidaan ne tarvittaessa ottaa myös muuhun käyttöön. Saniteettitilojen kulutustarvikkeita (kuten käsipaperia ja saippuaa) voidaan myös seurata ja tällöin näitä osataan täydentää oikeaan aikaan. Myös jäteastioiden tyhjäystarvetta voidaan seurata. Responsiivinen siivous hyödyttää myös kiinteistön omistajaa, sillä tällöin omistaja maksaa vain todelliseen tarpeeseen perustuvasta työstä. (Streather 2016)

Muita IoT:n tuomia maininnan arvoisia mahdollisuuksia kiinteistöjohtamiseen on tunnistettu olevan esimerkiksi varastojen hallinnan tehostaminen, dokumenttien hallinta, kustannustehokkuuden tarjoaminen, tehostettu logistiikka, materiaalien jäljittäminen, energianhallinta ja rakennuksen komponenttien elinkaaren tarkastelu (Gubbi et al. 2013).

Turvallisuus

Sisätilojen turvallisuus on erittäin tärkeä asia, ja tämä tulee ottaa huomioon myös älykkäissä kiinteistöissä. Piscitello et al. (2015) kertovat järjestelmästä, joka havaitsee, mikäli kiinteistössä esimerkiksi juostaan paljon tai siellä on erityisen kova meteli. Järjestelmä ilmoittaa tästä omistajalle, joka pystyy tekemään päätöksen, haluaako hän aktivoida hälytyksiä ja aloittaa pelastustoimia. Kiinteistön käyttäjien paikantaminen auttaa myös turvallisuusmielessä, sillä tällöin huomataan poikkeustilanteissa, jos joku puuttuu tai on vaara-alueella. Paikannuksen mahdollisuutena on myös opastaa poikkeustilanteessa käyttäjät turvallista reittiä pitkin ulos kiinteistöstä.

2.4 Kirjallisuusselvityksen synteesi

Tässä luvussa muodostetaan kirjallisuusselvityksen pohjalta vastaus tutkimuskysymyksen yksi ja listataan konkreettisia datapohjaisia palveluita edellisessä luvussa tarkasteltujen kirjallisuuslähteiden sekä konkreettisten case-esimerkkien pohjalta.

2.4.1 Kiinteistöpalveluiden arvo sidosryhmille

Alaluvun 2.3.3 perusteella voidaan muodostaa viitekehys erilaisista kiinteistöpalveluiden arvontuoton mahdollisuuksista sidosryhmäkohtaisesti. Taulukossa 3 on koostettu aiemmin tarkemmin kuvaillusta kirjallisuudesta erilaisia konkreettisia näkökulmia kiinteistöpalveluiden tuottamaan arvoon. Sidosryhmän lisäksi taulukkoon on koostettu mihin kiinteistöjohtamisen osa-alueeseen arvo kohdistuu.

Taulukko 3. *Kiinteistöpalveluiden arvo kiinteistön sidosryhmille (O= omistaja, V= vuokralainen, K= käyttäjä)*

| Num | Tuotettu arvo | Lähde | Arvon saaja | Arvo kohdistuu |
|-----|--|--------------------------|-------------|----------------|
| 1 | Kiinteistön arvo säilyy elinkaaren ajan | Lindholm et al. (2006) | O | Taloudellinen |
| 2 | Kiinteistön turvallisuus, ylläpito, hallinnointi | Jensen & Petersen (2014) | O, V, K | Ihmiset |
| 3 | Ympäristöllinen arvo hiilidioksidipäästöjä vähentämällä | Pelzer & Sigg (2019) | O, V | Yhteiskunta |
| 4 | Suhdearvo luotettavasta kumppanista | Kok et al. (2011) | O | Prosessit |
| 5 | Lisääntynyt liikevaihto vuokralaisia kiinnostavien tilojen myötä | Lindholm et al. (2006) | O | Taloudellinen |
| 6 | Kustannussäästöt energian säästöllä ja optimoinnilla | Coenen et al. (2013) | O | Taloudellinen |
| 7 | Liikevaihdon lisääntyminen (asiakkaita houkuttelevat tilat) | Lindholm et al. (2006) | V | Taloudellinen |
| 8 | Mahdollistaa organisaation toiminnan | Barret & Baldry (2003) | V | Prosessit |
| 9 | Innovaatioita tukeva ympäristö | Lindholm et al. (2006) | V | Prosessit |
| 10 | Joustavuus (kannattavuuden parantuminen) | Lindholm et al. (2006) | V | Prosessit |
| 11 | Resurssien säästäminen hukan minimoivilla prosesseilla | Jylhä & Junnila (2014) | V, O, K | Taloudellinen |
| 12 | Käyttöarvo tavoitteiden saavuttamisen kautta | Keeris (1997) | V | Prosessit |
| 13 | Työkyky tehostuu, tuottavuus kasvaa mukavien olosuhteiden kautta | Lindholm et al. (2006) | K, V | Ihmiset |
| 14 | Viihtyisä ympäristö voi tuottaa elämyksellistä/symbolista arvoa | Smith & Colgate (2007) | K | Ihmiset |
| 15 | Sosiaalinen arvo kanssakäymisestä | MacMillan (2006) | K | Ihmiset |
| 16 | Tehdyt uhraukset saattavat tuntua pienemmältä | Smith & Colgate (2007) | K | Ihmiset |

Taulukosta tulee huomioida, että arvon muodostuminen ei ole yksiselitteistä ja arvo ei muodostu vain taulukossa mainitulle osapuolelle, vaan lähes poikkeuksetta laajemmalle kokonaisuudelle. Lähes jokainen asia, jolla on arvoa yhdelle osapuolelle, on arvokasta myös toiselle osapuolelle. Esimerkiksi kiinteistön turvallisuus ja ylläpito ovat sekä kiinteistön omistajan että tiloissa olevan vuokralaisen ja käyttäjän etu, sillä vuokralainen arvostaa mahdollisuutta toimia niin pitkään kuin haluaa vuokraamissaan tiloissa ja käyttäjä haluaa viihtyisän ympäristön. Myös esimerkiksi hiilidioksidipäästöjen vähentämisestä syntyvä ympäristöllinen arvo muodostuu kokonaisvaltaisesti koko yhteiskunnalle. Näin ollen taulukossa listattuja arvoa muodostavia ominaisuuksia voidaan tarkastella usealta kannalta, vaikka taulukossa onkin mainittu ensisijaiset arvon saajat.

Taulukon 3 perusteella voidaan todeta, että kiinteistöpalveluiden osalta eniten arvoa omistajalle tuottaa kiinteistön säilyminen mahdollisimman hyväkuntoisena ja kiinnostavana elinkaaren ajan energiaa ja hiilidioksidia säästämällä ja luotettavan kumppanin kanssa toimimalla. Tiivistettynä kiinteistön taloudellisen arvon säilyminen mahdollistaa sen, että kiinteistön omistajan varallisuus säilyy, mikä on liiketoiminnan kannalta olennaista. Energiansäästö tuottaa kustannussäästöjä kiinteistön käytössä. Toisaalta se luo myös ympäristöllistä arvoa ja mahdollistaa kestävä kehityksen, sillä rakennukset tuottavat ison osan yhteiskunnan päästöistä. Luotettavan kiinteistöpalvelukumppanin kanssa toimittaessa syntyy usein suhde, jolla on suhdearvoa. Tämä näkyy esimerkiksi siten, että toimittajaa ei tarvitse vaihtaa usein ja toimittajaan voidaan luottaa vaikeam-

missakin asioissa. Tästä on etua kiinteistön omistajalle myös taloudellisesti neuvottelukustannusten vuoksi. Taloudellinen näkökulma on tyypillisesti tärkeä kiinteistön omistajalle.

Vastaavasti kiinteistön vuokralaiselle arvoa tuo eniten organisaation toiminnan tavoitteiden mahdollistaminen, joka ei olisi mahdollista ilman kiinteistön ylläpitoa. Jos kiinteistö on erityisen viihtyisä, tuottavat tilat myös vuokralaiselle lisäarvoa asiakkaiden kiinnostuksen lisääntyessä ja työntekijöiden mukavuuden parantuessa. Ympäristö voi tuottaa jopa lisäarvoa mahdollistamalla innovaatioita ja joustavaa työskentelyä, sekä tarjoamalla kustannussäästöjä kiinteistöpalveluiden vaivattomuuden, kuten esimerkiksi käyttäjän näkökulmasta erityisen helppojen palveluratkaisujen kautta. Taulukosta 3 huomataan myös, että vuokralaisen saama arvo liittyy pitkälti prosessien tehostumiseen, sillä vuokralainen haluaa lähtökohtaisesti kiinteistön tukevan hänen prosessejaan monipuolisesti.

Käyttäjälle puolestaan arvokkainta on ympäristön mukavuus ja viihtyisyys, joka lisää tuottavuutta ja toisaalta tuottaa erityyppistä arvoa esimerkiksi kanssakäymisen mahdollisuuksien lisääntyessä. Ympäristö saattaa myös saada käyttäjän tekemät uhraukset, kuten odottamisen tuntumaan pienemmiltä.

2.4.2 Datapohjaiset kiinteistöpalvelut

Alaluvussa 2.3.4 tehdyn selvityksen perustella voidaan koostaa erilaisia uusien teknologioiden muodostamia mahdollisuuksia kiinteistöpalveluille. Taulukoissa 4 ja 5 on listattu erilaisia kirjallisuudessa mainittuja uusia teknologioita hyödyntävien kiinteistöpalveluiden esimerkkitapauksia. Palvelut on jaoteltu taulukoissa palvelun kategorian mukaan, joka määräytyy palvelun ensisijaisen tarkoituksen kautta. Palveluiden kohdalla tulee huomioida, että niiden ensisijaisen tarkoituksen lisäksi palveluista on lähtökohtaisesti hyötyä kaikille osapuolille. Niiden tavoite on nimittäin tuottaa laaja-alaisesti arvoa, joka muodostuu edellisessä alaluvussa kuvatuilla tavoilla. Esimerkiksi kiinteistön olosuhteiden säätäminen ja optimoiminen käyttäjien toiminnan mukaan hyödyttää ensisijaisesti käyttäjiä parantuneiden olosuhteiden kautta, mutta tästä on hyötyä myös kiinteistön omistajille ja vuokralaisille käyttäjätyytyväisyyden kasvamisen kautta. Lisäksi energiankulutuksen pienentäminen auttaa kustannussäästöjen lisäksi kiinteistön omistajaa kestäväen kehityksen ja ympäristöllisen vastuun kautta, mikä on nykyään myös olennaista kaikille yrityksille. Tällä on arvoa myös kiinteistön vuokralaiselle ympäristöllisen vastuullisuuden muodossa. Taulukoissa 4 ja 5 on palvelun kategorian lisäksi mainittu kyseisen palvelukategorian ensisijaisesti tuottama arvo viitaten taulukkoon 3. Taulukossa on myös määritelty palvelun ensisijaisesti mahdollistava teknologia, joka saadaan kirjallisuuslähteen perus-

teella. Tulee kuitenkin huomioida, että myöskään käytettävät teknologiat eivät ole yksiselitteisiä, ja taulukoissa mainituissa palveluissa tarvitaan lähtökohtaisesti useamman ratkaisun yhdistelmää.

Taulukko 4. *Datapohjaisia kiinteistöpalveluita 1/2*

| Palvelun kategoria | Arvo | Esimerkkitapaus | Teknologia | Lähde |
|----------------------------------|---------------------|---|------------|----------------------------------|
| Asioiden paikallistaminen | 2, 7, 11 | Määritetään asioiden sijainti RFID:llä | IoT | Ko (2013) |
| | | Navigointiohje kiinteistössä kännykkään | IoT | Zafari et al. (2016) |
| | | Tilan käyttäjien paikallistaminen | IoT | Jia et al. (2019) |
| | | Käyttäjä saa sijaintinsa perusteella lisätietoa | IoT | Alletto et al. (2016) |
| | | Kotona näkee missä eri asiat sijaitsevat | IoT | Lee et al. (2018) |
| Energiatehokkuus | 3, 6 | Läsnäolotietojen perusteella energiankäytön optimointi | IoT | Martani et al. (2012) |
| | | Koneopilla optimoidaan energiankäyttö ihmisten toimiin | Koneoppi | Hu & Li (2013) |
| | | Kiinteistön lämmitys, jäähdytys ja ilmastointi säädetään kävijöiden mukaan | IoT | Habibi (2016), Pan et al. (2015) |
| | | Olosuhteiden ennustaminen koneopilla | Koneoppi | Habibi (2016) |
| | | Reaaliaikainen kiinteistön energiakulutuksen seuranta | BIM | Wu et al. (2014) |
| | | Energiakulutuksen ennustaminen koneopilla | Koneoppi | Wang & Srinivasan (2017) |
| | | Valaistuksen säätely läsnäoloperusteisesti | IoT | de Bakker et al. 2018 |
| | | Energiakulutuksen optimointi älykkäällä sähköverkolla | IoT | Sioshansi (2011) |
| Kiinteistön olosuhteet | 5, 7, 9, 10, 13, 14 | Valaistuksen säätäminen älypuhelimella | IoT | Ovg Real Estate (2019) |
| | | "Climate ceiling" hallinta älypuhelimella (lämpötila ja muut olosuhteet) | IoT | Ovg Real Estate (2019) |
| | | Parkkeeraussysteemi, jossa ei tarvitse pysähtyä ajettaessa sisään tai ulos | IoT | Ovg Real Estate (2019) |
| | | Käyttäjätietojen kerääminen ja olosuhteiden muuttaminen tämän mukaan | IoT | Talon & Goldstein (2019) |
| | | Hallitaan kiinteistön olosuhteita käyttäjien tarpeen mukaan | AI | Wang et al. (2012) |
| Turvallisuus | 2 | Älykkäät pelastusreitit | BIM | Wu et al. (2013) |
| | | Hätätilanteessa paikallistetaan käyttäjät ja osataan navigoida turvallisesti ulos | BIM, IoT | Cheng et al. (2017) |
| | | Kiinteistöhuoltajien turvallisuuden lisääminen paremman tiedonjaon kautta | BIM | Wetzel & Thabet (2015) |
| | | Hälytysjärjestelmä, joka havaitsee välittömästi poikkeustilanteet | IoT | Piscitello et al. (2015) |

Taulukko 5. *Datapohjaisia kiinteistöpalveluita 2/2*

| Palvelun kategoria | Arvo | Esimerkkitapaus | Teknologia | Lähde |
|----------------------|---------|--|---------------|------------------------------|
| Kiinteistöjohtaminen | 1, 2, 6 | Verkkosivu, joka tarjoaa alueesta tietoja, esimerkiksi hintatasosta, | Big Data | Ullah et al. (2017) |
| | | Tietokanta rakennusten suorituskyvystä | Big Data | Ullah et al. (2018) |
| | | HTML pohjainen käyttöliittymä, josta näkee kaiken kiinteistön tiedon | IoT | Ovg Real Estate (2019) |
| | | RFID tagit tallentavat komponenttien informaation, mikä mahdollistaa sidosryhmien helpon tiedonjakamisen | IoT | Motamedi et al. (2011) |
| | | GUI, jossa esim hälytysten monitorointi kiinteistöautomaation pohjalta, työpaikan palveluiden hallinnointi, sisäilman ominaisuuksien havainnollistaminen | IoT | Halmetoja (2018) |
| | | Condition data model (CDM) | Big Data, BIM | Halmetoja (2018) |
| | | Asuintilojen olosuhteiden ja hyödykkeiden käytön monitorointi | IoT | Kelly et al. (2017) |
| | | Kiinteistön reaaliaikainen monitorointi | IoT | Bashir & Gill (2016) |
| | | Palveluiden suunnittelu käyttäjädatan pohjalta | IoT | Bilal et al. (2016) |
| | | Tietoa olosuhteista ja käyttöasteista, jonka mukaan yritykset voivat optimoida tilantarvettaan | IoT | BeSense (2019) |
| | | Kokoustilojen käyttöasteet, tarveperusteinen siivous, ilmanvaihdon optimointi | IoT | Streater (2016) |
| | | Saniteettitilojen käytön monitoroinnilla siivouksen optimointi | IoT | Streater (2016) |
| | | Blockchainia hyödyntävä verotus, älykäs kiinteistön omistajuus, automaattinen vuokra | Blockchain | Kiviniemi & Codinhoto (2014) |
| | | Markkinointistrategian tehostaminen ja asiakaskunnan löytäminen | Koneoppi | Akinci et al. (2006) |
| Kiinteistöhuolto | 1, 2, 6 | Visuaalisointi, joka auttaa laitteistovikojen syyn löytämisessä ja | BIM | Motamedi et al. (2014) |
| | | Viitekehys joka kerää tietoa huoltotöistä huollon aikana ja jälkeen | BIM | Motawa & Almarshad (2013) |
| | | Visuaalinen analytiikkatyökalu, josta nähdään hajoamisen juurisyy | BIM | Ahluwalia (2008) |
| | | RFID pohjainen FM järjestelmä, joka optimoi huoltotöiden aikataulutuksen ja säästää aikaa, sekä ennustaa huoltotarpeet | IoT | Ko (2017) |
| | | Huoltoinfon jakamisalusta mobiililla | IoT | Lin et al. (2014) |
| | | Olosuhdedataan perustuvat vikailmoitukset | IoT | D'Elia et al. (2010) |
| | | Akustiikkaan perustuva vikojen havaitseminen | IoT | Srinivasan & Nirjon (2017) |

Taulukot 4 ja 5 ovat käytännössä samaa taulukkoa, mutta muotoilun vuoksi ne on jaettu eri taulukoiksi. Taulukossa 4 on koostettu neljän eri kategorian palveluita. Paikantaminen

tuottaa palveluna arvoa usealle taholle. Kiinteistön omistaja saa tietoa käyttäjien liikkeistä, minkä perusteella voidaan suunnitella tilojen palveluita paremmin. Kiinteistön käyttäjät voivat löytää tiloissa helpommin etsimiään paikkoja sekä mahdollisesti tavaroita ja muuta omaisuutta. Paikantaminen sisätiloissa hyödyttää myös liikekiinteistöjen vuokralaisia siten, että käyttäjät löytävät heidän yrityksensä helpommin ja vuokralaisille voidaan tarjota myös tietoa tilojen käytöstä. Energiatehokkuuden palvelut hyödyttävät erityisesti kiinteistön omistajaa, sillä kiinteistön ylläpitokulut pienenevät, kun energiaa ei käytetä turhaan. Energian säästäminen tuottaa kuitenkin arvoa koko yhteiskunnalle, ja siksi se on myös muiden sidosryhmien etu. Olosuhteita koskevat palvelut hyödyttävät erityisesti käyttäjiä, sillä heidän mukavuutensa lisääntyy, kun olosuhteita yksilöimällä. Lisäksi erilaiset rutiinitehtäviä helpottavat ratkaisut lisäävät käyttäjien mukavuutta, mutta toisaalta näistä on etua myös vuokralaisille työntekijöiden ajan säästymisen muodossa. Kiinteistön turvallisuus on kaikkien etu, ja tähän kohdistuvat digitaaliset palvelut hyödyttävät käyttäjiä ensisijaisesti nopeamman reagoinnin ja reaaliaikaisen tiedon hyödyntämisen kautta. Omistajat hyötyvät turvallisuudesta myös poikkeustilanteiden nopean havainnoinnin kautta, jonka avulla tilanteisiin osataan reagoida nopeasti. Myös kiinteistöhuoltajien turvallisuutta huoltotehtäviin liittyen on mahdollista lisätä paremman tiedonjaon avulla.

Taulukossa 5 on tiivistetty kaksi merkittävää kategoriaa kiinteistöpalveluille, kiinteistöjohtaminen ja kiinteistöhuolto. Kiinteistöjohtamiseen liittyvät palvelut ovat ensisijaisesti kiinteistön omistajaa hyödyttäviä sovelluksia. Sovellukset ovat nykyhetkellä pitkälti erilaisia monitorointipalveluita. Tällaisia sovelluksia ovat esimerkiksi kiinteistön olosuhteiden, energiankulutuksen ja käyttöasteiden havainnollistamiseen erilaisten käyttöliittymien kautta tarkoitetut palvelut. Kiinteistöjohtaja hyötyy paremmasta tiedon jakamisesta sidosryhmien välillä sekä mahdollisuudesta optimoida erilaisia resursseja datan perusteella. Kiinteistöhuoltoon liittyvät palvelut hyödyttävät ensisijaisesti tehostuneen huoltoprosessin myötä kiinteistön omistajaa, mutta myös tilojen käyttäjiä sekä vuokralaisia, sillä huollon tehokas suorittaminen on kaikkien etu.

Puhuttaessa edellä kuvatuista datapohjaisista palveluista tulee huomioida, että näiden toteuttaminen käytännössä vaatii uudenlaisia liiketoimintamalleja ja yhteistyökumppanuuksia. Esimerkiksi kiinteistöpalveluita tarjoava yritys ei voi yksin toimimalla toteuttaa mittavaa ICT-projektia, vaan se vaatii osaamista eri tahoilta ja yhteistyötä asiakkaiden kanssa.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT JA TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tämä työ koostuu kirjallisuuserelvityksen lisäksi empiirisestä osuudesta, jossa tutkitaan valittua datapohjaista kiinteistöpalvelua tarkemmin ja muodostetaan tästä konstruktiona OKH. Tässä luvussa kuvataan tarkemmin työssä käytettävät tutkimusmenetelmät ja empiirisen tutkimusosan tutkimusprosessi.

3.1 Aineiston kerääminen ja tutkimusote

Tutkimusmenetelmällä tarkoitetaan tutkimuksen konkreettisia aineistonhankinta ja -analyysimetodeja, jotka voivat olla määrällisiä tai laadullisia (Saunders et al. 2012). Kiinteistöpalveluiden toimialan spesifiys ja empiirisen osuuden käytännönläheinen luonne huomioiden osa empiirisestä tutkimuksesta tehdään laadullisesti kohdeyrityksen edustajia haastatteleamalla. Haastattelujen avulla saadaan käsitys kohdeyrityksestä ja yrityksen lähtötilanteesta, mikä auttaa empiirisen osuuden alkutilanteen hahmottamisessa. Työssä käytetään myös kvantitatiivisia menetelmiä konstruktion muodostamiseen.

Empiirinen osuus on tapaustutkimus, jossa käytetään konstruktiivista tutkimusotetta. Tällä tarkoitetaan tiettyyn sovellutukseen tähtäävää, soveltavaa empiiristä tutkimusta. Konstruktiivinen tutkimusote on kehitetty soveltumaan erityisesti liiketaloudelliseen tutkimukseen. Tutkimusotteen avulla muodostetaan konstruktio, jolla tarkoitetaan viitekehystä tai käsitteellistä rakennelmaa, joka sisältää ratkaisun tutkimuksessa määritettyyn ongelmaan. Konstruktio on tarkoitus muodostaa prosessin aikana, ja sitä testataan tutkimuksen lopussa ongelmaan. (Kasanen et al. 1993)

Kasanen et al. (1991) jakavat konstruktiivisen tutkimuksen toteuttamisen seuraavaan kuuteen vaiheeseen:

1. Tutkittavan ongelman etsiminen.
2. Tutkimusaiheen tuntemuksen hankkiminen.
3. Ratkaisumallin innovoiminen ja konstruktion kehittäminen.
4. Ratkaisun toteuttaminen ja sen toimivuuden testaaminen.
5. Ratkaisun soveltamisalan pohtiminen.
6. Ratkaisun teoreettisen kontribuution tunnistaminen ja analysointi.

Tässä työssä noudatettiin yleisellä tasolla edellä kuvattua konstruktivisen tutkimuksen rakennetta. Prosessin vaihe yksi toteutettiin tutkimuksen alkupuolella yhteistyöyhteyden edustajien kanssa käytyjen keskustelujen myötä. Vaihe kaksi tapahtui kirjallisuusselvityksen ja kartoittavien haastattelujen avulla. Vaiheet kolme ja neljä saatiin kirjallisuusselvityksen myötä analysoimalla kohdeyrityksen dataa ja muodostamalla tästä OKH. Vaiheessa neljä muodostettua OKH:ta arvioitiin kevyellä markkinatestillä. Kohdat viisi ja kuusi olivat tutkimuksen viimeinen vaihe, joissa ratkaisua peilattiin kirjallisuuteen ja mietittiin tälle jatkokehityskohteita.

Järvensivu & Törnroos (2010) mainitsevat, että tapaustutkimukset ovat hyvä keino tutustua yritysverkostoihin erityisesti B2B-kontekstissa, sillä niiden avulla päästään tutkimaan tarkasteltavan ilmiön dynaamisuutta ja moniulotteisuutta valitussa kontekstissa. Konstruktivinen tutkimus onkin eräänlainen tarkempi määritelmä tapaustutkimukselle. Kasanen et al. (1993) mainitsevat, että konstruktion muodostaminen edellyttää tarkkaa nykyisten prosessien tuntemusta, tutkijan toimintaa osana kohdeyritystä sekä vuoropuhelua käytännön ja teorian välillä. Konstruktivinen tutkimusote soveltuu tähän työhön hyvin, sillä työn ydinosassa on innovatiivisen konseptin, OKH:n, muodostaminen, joka on tarkoitettu ratkaisemaan kohdeyrityksen spesifi ongelma. OKH:n muodostamiseen tarvitaan sekä teoriaa että käytännön osaamista. Työssä ei myöskään esimerkiksi testata tiettyä hypoteesia tai tavoitella yleistystä olemassa olevan datan perusteella, mikä puoltaa myös konstruktivisen otteen käyttämistä.

Koska konstruktio lähtee liikkeelle nykytilasta, selvitetään työn empiirisessä osiossa aluksi, mikä on yrityksen nykytila dataan pohjautuvaan palveluliiketoimintaan liittyen. Aineisto tähän selvitykseen saadaan yrityksen edustajia haastatteleamalla. Konstruktion muodostaminen suoritetaan kvantitatiivisena analyysinä yrityksen asiakkaan kiinteistöstä kerätyn datan pohjalta. Data on kerätty valmiiksi yrityksen tietojärjestelmiin erilaisista IoT-antureista ja sähköisistä lomakkeista, joten haastatteluiden lisäksi ei tutkimuksessa tarvitse nimenomaisesti kerätä primääridataa, vaan se on valmiina yrityksen tietokannassa.

Konstruktion muodostamisessa olennaista on jäsenellä ja muokata olemassa olevaa dataa, jotta siitä on mahdollista jalostaa lisäarvoa tuottavaa informaatiota ja ajatuksia. Datan käsittelyä helpottaa suuresti selvitys siitä mitä halutaan saada tarkalleen aikaan ja mikä on lähtökohtainen ongelma. Selkeiden tavoitteiden myötä varsinaisten data-analyysimenetelmien valitseminen on huomattavasti helpompaa.

3.2 Kohdeyritys ja asiakas

Työn toimeksiantaja on Helsingin pörssissä listattu, ympäristöhuollon ja kiinteistöjen tukipalvelujen tuottamiseen keskittynyt Lassila & Tikanoja (L&T) -palveluyrityskonserni. Yrityksen liiketoiminta muodostuu neljästä toimialasta, jotka ovat ympäristöpalvelut, teollisuuspalvelut, kiinteistöpalvelut Suomi ja kiinteistöpalvelut Ruotsi. Tämän työn toimeksianto liittyy yrityksen kiinteistöpalveluiden toimialoihin. Yrityksen liiketoimintayksiköt on organisoitu karkeasti siten, että liiketoiminnalla on liikejohtaja, jonka alla on maantieteelliset aluepäälliköt, esimiehiä ja kiinteistöhoitajia. Kiinteistöpalveluiden yksiköllä on kuusi pääsegmenttiä: toimistokiinteistöt, asuinkiinteistöt, kauppa ja logistiikka, teollisuuskiinteistöt, terveys ja hoiva, sekä julkinen sektori.

Uusi IoT-pohjainen teknologia mahdollistaa datan keräämisen kiinteistöjen eri osista ja L&T hyödyntääkin kerättyä dataa tällä hetkellä erilaisten järjestelmien muodossa. Esimerkiksi yritys on ottanut uuden reaaliaikaista dataa hyödyntävän toiminnanohjausjärjestelmän käyttöön vuonna 2017 (Lassila & Tikanoja 2018). Lisäksi yritys on toteuttanut erilaisia kiinteistöautomaatiota hyödyntäviä, energianhallintaan liittyviä sovellutuksia. L&T tekee jatkuvaa tutkimusta liittyen siihen, mitä kerätyllä datalla voitaisiin tehdä kiinteistöpalveluihin liittyen nyt ja tulevaisuudessa.

Yritys oli mukana luvussa 1.1 kuvaillussa Virpa -tutkimusprojektissa, ja se teki projektin puitteissa pilottihankkeen uusien teknologioiden tuomista mahdollisuuksista Salo IoT Campuksella. Salo IoT Campus on Salossa sijaitseva yritysten, tutkijoiden ja oppilaitosten muodostama kiinteistökokonaisuus, jossa kehitetään yhteistyössä tulevaisuuden älykkäitä teknologioita (Salo IoT Campus 2019). L&T on asentanut tutkimushankkeen puitteissa kampukselle erilaisia sensoreita, jotka mittaavat kiinteistön olosuhteita ja muita tietoja.



Kuva 4. Salo IoT Campus (Salo IoT Campus 2019)

L&T:n kiinteistöpalveluyksikkö tuottaa käytännössä lukuisia erilaisia palveluita. Yksikkö on jaettu palveluiden osalta karkeasti kolmeen osa-alueeseen, jotka ovat siivous ja tukipalvelut, kiinteistöhuolto ja kiinteistötekniikka. Kohdeyrityksen tuottamia erilaisia kiinteistöpalveluita on listattu taulukossa 6. L&T toteuttaa tutkimuksen kohteeksi valitun asiakkaan kampuksella kaikki kiinteistöpalvelut. Tämän työn datan puitteissa kiinnostavia palveluita ovat erityisesti kiinteistöhuoltoon ja energiatehokkuuteen tähtäävät palvelut.

Taulukko 6. *L&T:n tuottamia kiinteistöpalveluita*

| Tarkoitus | Palvelu | Esimerkkitehtäviä |
|---|--------------------------------|---|
| Kiinteistöhuolto ja energiatehokkuus | Sisätilojen ylläpito | Lämmityksen säätö ja huolto, ovien lukitusten korjaus |
| | Sisätilojen ekohuolto | Energiansäästökohteiden havainnointi |
| | Ulkoalueiden talvikunnossapito | Lumityöt, sääseuranta |
| | Viherpalvelut | Vihertyöt, maanrakennus |
| | Talonmiespalvelut | Kiinteistön ylläpidosta ja siisteydestä vastaaminen |
| | Tekninen isännöinti | Kiinteistön ylläpito-, huolto- ja korjaustoiminnan johtaminen |
| | KIITO-toiminnanohjaus | Kiinteistötietojen hallintajärjestelmä kiinteistöjohtamiseen |
| Siivous ja tukipalvelut | Aula- ja muut tukipalvelut | Aulapalvelut, puhelinvaihte, postitus |
| | Siivouspalvelut | Sisätilojen siivoaminen |
| | Ulkoalueiden hoito | Roskien poisto, harjaukset ja pesut |
| Kiinteistötექnikka | LVI-palvelut | Ennakkohuolto, korjaushankkeet, vuosihoollot |
| | Automaatiopalvelut | Kiinteistöautomaatiojärjestelmien asennus ja huolto |

Eri palveluiden hahmottaminen on olennaista työn kannalta, sillä yritykselle kertyy dataa näiden palveluiden toimenpiteiden seurauksena, ja toisaalta yrityksen toiveena on kehittää liiketoimintaansa erityisesti näiden palveluiden puitteissa. Palveluiden tuottaminen on myös kohdeyrityksen ydinliiketoimintaa, joten ymmärrys näistä on tarpeen uusien innovaatioiden tuottamiseksi.

3.3 Tulosten testaus ja tarkastelu

Työn lopputulemana kohdeyritys saa potentiaalisesti uusia ajatuksia palveluliiketoimintansa kehittämiseen loppuasiakkaiden näkökulma huomioiden. Muodostettu OKH testataan, ja mikäli se osoittautuu hyödylliseksi, voi kohdeyritys jalostaa tämän pohjalta palveluliiketoimintaansa eteenpäin. Jos OKH osoittautuu tarpeettomaksi, saa yritys silti suuntaa siitä, millaisiin asioihin kannattaa keskittyä tulevaisuudessa ja mitkä asiat eivät luultavasti ole niin olennaisia.

Koska kyseessä on tuotantotalouden lopputyö, tutkimuksen lopputuloksissa pääpaino annetaan liiketoiminnan kehittämiseen ja taloudellisten vaikutusten arvioinnille. OKH:n muodostamiseksi tehtävän data-analyysin tarkoituksena on selvittää suuntaa-antavasti, millaisia asioita datalla voidaan tehdä ja millaista dataa tarvitaan, jotta voidaan päästä

haluttuun tavoitteeseen. Tutkimuksen pääasia ei kuitenkaan ole itse data-analyysi, vaan OKH:n merkitys kohdeyritykselle.

Konstruktiiiviseen tutkimusotteeseen kuuluu ratkaisun testaaminen käytännössä (Lukka 2001), ja tämän vuoksi tutkimuksessa muodostettavaa konstruktia testataan konstruktion muodostamisen jälkeen. Testaus tapahtuu asiantuntija-arviona L&T:n toimitiloissa, sillä laajamittaisen ja isolle asiakasmäärälle soveltuvan konstruktion testaaminen on diplomityön puitteissa liian laaja kokonaisuus. Konstruktion testaamisen tarkoituksena on arvioida tutkimuksen konstruktion onnistumista ja sen liiketoimintapotentiaalia. Arviointi ja sen tulokset on esitelty myöhemmin työssä.

4. KOKONAISKUVA

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti kohdeyrityksen nykytilanne datapohjaisten palveluiden suhteen. Nykytilanteen tunteminen on tärkeää, koska ilman tuntemusta nykytilanteesta ei voida kehittää uutta konseptia. Kuva nykytilanteesta datapohjaisten palveluiden suhteen saatiin muodostettua haastattelemalla kohdeyrityksen edustajia. Koska haastattelujen tarkoitus ei ollut tuottaa ensisijaista empiiristä aineistoa tutkimukseen vaan toimia konstruktivisen tutkimusotteen lähtökohtana, toteutettiin ne kohtuullisen vapaamuotoisissa puolistrukturoiduissa ryhmähaastatteluissa. Haastattelun käyttäminen tähän tarkoitukseen oli perusteltua, sillä tutkittava kokonaisuus on laaja, ja yksiselitteisen vastauksen saaminen kirjallisessa muodossa kohdeyritykseltä olisi diplomityön vaatimien resurssien puitteissa mahdotonta.

4.1 Haastattelujen toteuttaminen

Alkutilanteen kartoittamiseksi haastateltiin yhteensä 5 kohdeyrityksen edustajaa. Haastattelut toteutettiin kahden puhelun aikana, joista toisessa oli 2 henkilöä läsnä ja toisessa 4 (yksi henkilö osallistui molempiin haastatteluihin). Haastateltavat henkilöt valikoituivat kohdeyrityksen sisällä siten, että haastateltavilla on laajasti tietämystä tutkimukseen liittyvistä eri aihepiireistä. Tässä tapauksessa yrityksen edustajat olivat palveluliiketoiminnan uudistamiseen, palveluiden kehittämiseen, asiakkuuksiin ja data-analytiikkaan liittyviä henkilöitä. Hierarkkisella tasolla haastateltavat henkilöt olivat kohdeyrityksessä keskihoitoa tai edustivat tiettyä asiantuntijaroolia. Haastateltavien henkilöiden joukossa oli myös tutkimukseen valitun asiakkaan kiinteistön ja taustatietoja tunteva henkilö. Haastattelut olivat kestoltaan noin tunnin per haastattelu.

Haastattelujen ensisijainen tarkoitus oli kartoittaa kohdeyrityksen nykytilanne datan hyödyntämisen ja uusien teknologioiden käyttämisen suhteen. Tämän tutkimuksen tarve on liikkeenjohdollisesta näkökulmasta syntynyt lisääntyneen datamäärän myötä ja siksi konstruktion muodostamiseksi on ensisijaista tuntea nykyisellään yrityksessä tehdyt datapohjaiset-, sekä uusia teknologiota hyödyntävät ratkaisut, ennen kuin voidaan kehittää uutta. Toisaalta haastattelujen tarkoitus oli myös saada tarkempi käsitys yrityksestä ja sen liiketoiminnasta toimialallaan, sillä konstruktivisessa tutkimusotteessa olennaista on tutkijan ja käytännön edustajien läheinen yhteistyö (Lukka 2001). Koska tässä työssä tutkija ei ollut yrityksen vakituinen työntekijä, oli myös perustietojen selvittäminen tarpeen

ratkaisun paremman soveltuvuuden varmistamiseksi. Ensimmäinen haastattelu oli luonteeltaan yleisempi ja toisessa haastattelussa puhuttiin enemmän tutkimuksen kohteeksi valikoituneesta asiakkaasta.

Kohdeyrityksen edustajien haastattelut toteutettiin verkkopuheluissa, sillä tämä todettiin järkevimmäksi vaihtoehdoksi huomioiden haastattelujen tarkoitus toimia enimmäkseen apuna kokonaiskuvan hahmottamisessa eikä tutkimuksen ensisijaisena datana. Puhelimitse tehtävissä haastatteluissa menetetään kasvokkain tapahtuvassa vuorovaikutuksessa tapahtuva nonverbaalinen viestintä, mutta valinta tehtiin tietoisesti, sillä kehonkielen merkitys näille haastatteluille ja tavoitellulle lopputulokselle ei koettu olevan merkittävä. Lisäksi haastattelujen toissijainen ja kartoittava luonne huomioiden niistä ei tehty tarkkaa litterointia tai analysointia.

Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina teemahaastatteluina, mikä tarkoittaa, että haastattelijat valmistelee etukäteen rakenteen ja kysymykset haastattelulle, mutta keskustelu saa haarautua aiheen rajoissa sopivissa määrin ja tutkija saa myös esittää tarkentavia kysymyksiä. Lisäksi kysymysten järjestys saattaa muuttua alkuperäisestä suunnitelmasta ja osa kysymyksistä voidaan pudottaa pois haastattelun aikana, mikäli näyttää että niiden kysyminen ei ole tarpeen (Saunders 2011). Puolistrukturoitu menetelmä valittiin tässä tapauksessa, koska haastatteluilla haluttiin kartoittaa isoja linjoja, joiden selvittäminen olisi hankalaa tarkasti strukturoidulla kysymysrungolla aihepiirin laajan skaalan vuoksi. Toisaalta myöskään vapaa keskustelu ei tuottaisi haluttua lopputulosta esimerkiksi verkkopuhelun vaatimassa kohtuullisen lyhyessä aikaikkunassa.

Saatua haastatteludataa analysoitiin kevyesti tutkijan tekemien muistiinpanojen ja haastatteluista saatujen äänitteiden avulla. Analyysissä kerättyyn materiaaliin tutustuttiin tarkasti lukemalla muistiinpanot läpi ja täydentämällä muistiinpanoja äänitteiden perusteella. Tulokset koottiin tämän materiaalin perusteella. Koska haastatteluja oli vain kaksi ja ne eivät olleet työssä ensisijainen tutkimusmenetelmä, aineistoa ei jaettu osiin esimerkiksi teemoittain tai käytetty muuta isommalle aineistomäärälle soveltuvaa menetelmää.

Haastattelussa yksi kysymysten aihepiirit olivat seuraavat:

1. Taustatiedot, toimiala ja liiketoiminta
2. Datapohjaiset ratkaisut ja uudet teknologiat
3. Tulevaisuuden näkymät

Ensimmäisessä haastattelussa taustatietoina kysyttiin asioita esimerkiksi haastateltavien työnkuvasta, kohdeyrityksen asemasta markkinalla ja yrityksen sisäisestä rakenteesta. Tämän taustatiedon tarkoituksena oli selkiyttää tutkijalle kohdeyrityksen asemaa

markkinoilla ja toisaalta tutustua yritykseen tarkemmin. Datapohjaisiin ratkaisuihin liittyvien kysymysten tarkoituksen oli selvittää, kuinka pitkällä yritys on uusien teknologioiden ja ratkaisujen hyödyntämisessä sekä miten datan käsittely on yrityksessä organisoitu. Tämä tieto hyödyttää konstruktion muodostamisessa, sillä konstruktioista pyritään tekemään mahdollisimman relevantti nykytilanne huomioiden. Liiketoimintaan liittyvien kysymysten avulla pyrittiin selvittämään, miten uusilla ratkaisuilla halutaan tuottaa lisäarvoa asiakkaalle ja millainen tavoite näiden palveluiden osalta on. Tulevaisuuteen liittyvien kysymyksien avulla puolestaan haluttiin selvittää toimialan tulevaisuuden näkymiä, sekä toisaalta kohdeyrityksen tavoitteita ja näkemyksiä roolistaan muuttuvilla markkinoilla.

Toinen haastattelu pyöri tutkimuksen kohteeksi valitun asiakkaan ympärillä. Haastattelussa taustatietona kysyttiin tutkimuksen kohteeksi valitun kohdeyrityksen asiakkaan taustoja ja keskustelun aikana selvitettiin, mitä datapohjaisia ratkaisuita asiakkaan kiinteistöön on kokeiltu ja millaisia visioita tähän kokonaisuuteen liittyy.

Molempien haastatteluiden kohdalla tulee huomioida, että kaksi lyhyehköä haastattelua muutaman ihmisen kanssa eivät anna täydellistä kuvaa yrityksestä ja sen liiketoiminnasta. Lisäksi tutkija tiedosti, että faktatietojen kysyminen haastattelussa ei ole optimaalista, mutta parempien tietolähteiden puutteessa haastattelut antoivat paremman käsityksen yrityksestä. Tulee myös huomata, että paljon yksityiskohtia jäi näiden haastatteluiden pohjalta auki ja nämä asiat saattoivat tarkentua myöhemmissä keskusteluissa ja työn edetessä.

4.2 Kohdeyrityksen nykytilanne

Ensimmäisen haastattelun tuloksena pystyttiin muodostamaan käsitys yrityksen nykytilanteesta ja tulevaisuuden tarpeista. Kirjallisuuden pohjalta muodostettu kuva toimialan luonteesta vahvistui haastattelun myötä. L&T:n mukaan kiinteistöpalveluliiketoimintaan liittyy kaupallisten kiinteistöjen kohdalla erityisesti asiakas eli kiinteistön omistaja, kiinteistömanageri, vuokralaisyritys, käyttäjät ja toisinaan erilaisia osto-organisaatioita. Kiinteistömanagerin tehtävä voi olla tekninen tai kaupallinen. Käytännössä manageri voi siis vastata edellä olevan listauksen mukaisesti huoltoihin ja niiden suunniteluihin liittyvistä asioista, mutta toisinaan manageri saattaa myös huolehtia kiinteistöön liittyvistä kaupallisista asioista kuten vuokralaisten etsimisestä. Kohdeyritys kokee, että heidän asiakkaansa on ensisijaisesti kiinteistön omistaja (joka yleensä maksaa tuotetut palvelut), mutta toisaalta palveluiden tulee tuottaa arvoa myös kiinteistöjen vuokralaisille ja sidosryhmille, eli asiakkaita ovat tavallaan kaikki kiinteistöön liittyvät tahot.

Datapohjaisten ratkaisujen näkökulmasta yritys on omasta mielestään vasta alussa, ja vaikei tuntisi tarkkaan kohdeyrityksen prosesseja, tätä näkökulmaa tukevat myös kirjallisuuden perusteella tehdyt havainnot kiinteistöjohtamisen ja kiinteistöpalveluiden digitalisoitumisesta. Haastattelun perusteella merkittävin dataa hyödyntävä toiminto kohdeyrityksessä on nykyaikainen toiminnanohjausjärjestelmä, johon kerätään kaikki olennainen tieto asiakaskohteen palveluiden sopimuksista, palveluiden toteutumisesta (esimerkiksi kauanko tehtävät veivät aikaa) ja muista kiinteistön yksityiskohdista. Tällaisesta tarkasta toiminnanohjausdatasta on kaksi ensisijaista hyötyä: 1) L&T osaa optimoida omaa toimintaansa entistä paremmin esimerkiksi tehtäviä mitoittaessaan, ja tätä kautta myös palvelutaso paranee, 2) Asiakkaalle voidaan näyttää tietoja kiinteistön energiankulutuksesta, huoltopyynnöistä ja palvelutasosta. Kiinteistön omistaja voi esimerkiksi nähdä järjestelmästä energiankulutuksen piikkejä, konkreettisesti sen, millaisia palveluita tiloihin on tuotettu, sekä miten tuotetut palvelut ovat onnistuneet vastaamaan tarpeeseen. Tämän datan pohjalta pystytään räätälöimään myös yksilöllisiä raportteja asiakkaan tarpeesta riippuen.

Tämän lisäksi L&T:llä on erilaisia kokeiluita käynnissä, ja dataa pystytään keräämään esimerkiksi kiinteistöautomaatiojärjestelmistä (energiankulutus, sähkönkulutus ja ilmanvaihto), olosuhdesensoreista (lämpötila, ilmankosteus, paine, hiilidioksiditasot, hiukkasmäärät), läsnäolosensoreista ja käyttäjätyytyväisyyskyselyillä. Kiinteistöautomaatiodataa on hyödynnetty muun muassa älykkään kiinteistöautomaation muodossa, jossa voidaan lämpötilaennusteiden avulla optimoida energiankulutusta. Lisäksi edellä kuvailtu toiminnanohjaustieto kertoo yksityiskohtaisesti tietoa ostoista, tarvikkeiden käyttämisestä ja tehtävien kestosta. Myös siivouksesta kerätään tietoja erilaisten tagien avulla. L&T:n datapohjaiset kokeilut liittyvät erityisesti toimistotiloihin ja kaupalliseen sektoriin, sillä tällä sektorilla on eniten välitöntä potentiaalia hyödyntää kerättyä dataa.

Tulevaisuuden näkymänä yksi L&T:n isoimmista ajureista datan hyödyntämiselle on tahotilla tuottaa lisäarvoa asiakkaalle ja harjoittaa tätä kautta entistä kannattavampaa palveluliiketoimintaa. Yritys on pystynyt kehittämään oman toiminnan optimointiin toimivia ratkaisuita (kuten toiminnanohjausjärjestelmä) ja tämä on myös kirjallisuusselvityksen perusteella tyypillinen ilmiö disruptiivisten teknologioiden kohdalla. Se että L&T panostaa kehitystyöhön, on myös merkki siitä, että kohdeyritys haluaa olla kehityksessä mukana ja tuottaa uudenlaisia ratkaisuja asiakkailleen nyt ja tulevaisuudessa. Tulevaisuuden haasteena yritys näkee erityisesti datan oikeellisuuden ja yhtenäisyyden varmistamisen, mikä on myös kirjallisselvityksen perusteella tyypillinen haaste datan hyödyntämiselle.

4.3 Salo IoT Campus

Toisessa haastattelussa selvitettiin tarkemmin tietoja tutkimuksen kohteena olevasta asiakkaasta. Virpa -tutkimushankkeen puitteissa Salo IoT Campukselle on asennettu useita sensoreita, jotka mittaavat erilaisia kiinteistön olosuhteita (lämpötila, ilmankosteus, hiili-dioksidi), läsnäoloa ja kävijämääriä. Lisäksi tulossa on paine-eroa mittaavat anturit. Kampuksella on tehty tyytyväisyyskyselyitä, ja näistä on kertynyt myös dataa yrityksen käyttöön. Tämän työn kirjoitushetkellä kampuksella ei kuitenkaan ollut vielä käytössä monissa muissa paikoissa olevaa kattavaa toiminnanohjausdataa järjestelmäintegraation puutteen vuoksi. Kiinteistöstä kertyy kuitenkin taloautomaatiojärjestelmistä kerättyä dataa. L&T tuottaa kampukselle kaikki kiinteistöpalvelut. Asennettujen olosuhdeantureiden avulla on tarkoituksena selvittää, millainen on L&T:n vaikutus kiinteistön olosuhteisiin, ja tutkia olisiko tätä kautta mahdollista rakentaa L&T:lle uudenlainen liiketoimintamalli.

Kampukselle on rakennettu pilottihankkeena raportointinäkökulma, joka kertoo asiakkaalle tavanomaista raporttia tarkemmin kiinteistön tietoja. Raportista selviää kiinteistöön tehdyt tilaustyöt, ennakkohuollot, eri tilojen olosuhteet, olosuhdepoikkeamat, muutamien tilojen käyttöaste ja käyttäjätyytyväisyysasteita. Tämän perusteella voidaan potentiaalisesti tarkkailla esimerkiksi, millainen kiinteistöpalveluiden palvelutaso on ollut, onko kampuksen olosuhteissa ollut parantamisen varaa, onko eri tilat mitoitettu oikein (paljonko niitä käytetään) ja onko käyttäjätyytyväisyys ollut korkealla. Pilottihankkeena toteutettu raportti on vielä osittain puutteellinen, ja siinä on paljon kehittämisen varaa. Toisen kampuksella pilotoitu kokeilu on ollut energianhallintakeskuksen kautta toteutettu automaattisia vikailmoituksia tekevä palvelu, joka ilmoittaa automaattisesti huollon tarpeesta kiinteistössä. Kokeilu ei kuitenkaan tuottanut ainakaan suoraan haluttua tulosta.

Tulevaisuuden haasteena haastattelussa nousi esiin, että vaikka data pystytään keräämään kohtuullisen helposti, sen hyödyntäminen optimaalisesti on hankalaa. Omia toimintoja optimoivia sovelluksia on onnistuttu kehittämään, mutta asiakkaan tarpeisiin pureutuvat ratkaisut ovat vielä harvinaisia. Ongelmana on osittain myös se, että asiakas ei välttämättä tiedosta itse mitä haluaa, sillä puhuttaessa uusista teknologioista ja vanhasta toimialasta, on asiat totuttu tekemään tietyllä tavalla ja uusien mahdollisuuksien näkeminen voi olla hankalaa. Lisäksi L&T haluaa tulevaisuudessakin keskittyä omaan ydinliiketoimintaansa, eli tarkoituksena on ulkoistaa esimerkiksi ohjelmistojen kehitys. Visiona olisi kuitenkin kaupallistaa dataa siten, että siitä voitaisiin hankkia lisää tuloja yritykselle.

5. KONSTRUKTION LUOMINEN

Tässä luvussa käsitellään tarkemmin työn konstruktion valittu palvelu, OKH. OKH jatkaa kohdeyrityksen näkökulmasta aiemmin Salo IoT Campuksella testattua automaattisten vikailmoitusten konseptia. Tähän palveluun päädyttiin kohdeyrityksen toiveesta ja koska se on konkreettinen esimerkki lisäarvoa tuottavasta datapohjaisesta palvelusta. Lisäksi OKH:n kevyeen versioon tarvittava data oli myös saatavilla helposti, joten sen vuoksi palvelu pystyttiin toteuttamaan olemassa olevien resurssien puitteissa.

Tässä luvussa muodostetaan konsepti OKH:lle, jonka avulla kiinteistöhuolto pystyy tarkkailemaan kiinteistön olosuhteita ja tämän perusteella päättämään, onko jossain tiloissa tarpeita huollolle. Olosuhdedatan pohjalta mahdollisia havaittavia huollontarpeita ovat ensisijaisesti kiinteistön lämmityksen, jäähdytyksen ja ilmanvaihdon (Heating, ventilation and air conditioning, HVAC) ongelmat. Lisäksi olosuhteiden heikentyminen saattaa paljastaa puutteita muissa mahdollisesti tilojen olosuhteisiin vaikuttavissa asioissa kuten tiivistet, ikkunat ja ovet.

Palvelu perustuu kiinteistön eri tiloissa sijaitseviin olosuhdeantureihin. Näin ollen se poikkeaa perinteisessä mielessä ajatellusta olosuhdeperusteisesta huollosta, jossa yleensä monitoroidaan suoraan mahdollisesti huollon tarpeessa olevien laitteiden olosuhteita, kuten värinää tai ääntä. Luvussa esitellään lyhyesti hälytyspalvelun tausta ja rakenne, minkä jälkeen analysoidaan tiloista kerättyä dataa ja luodaan tämän perusteella palvelun toteutukselle malli.

5.1 Olosuhdeperusteinen huolto palveluna

Olosuhdeperusteinen huolto (Condition Based Maintenance, CBM) tarkoittaa ennakkoivaa huoltostrategiaa, jossa laitteen/omaisuuden olosuhteita tarkkaillaan jatkuvasti sensoreiden avulla, ja tämän pohjalta osataan ennakoida seuraava huollon tarve (Rymaszewaska et al. 2017). CBM perustuu ajatukseen, jonka mukaan laitteen nykyiset ja historialliset olosuhteet kertovat korjauksen tai uusimisen tarpeesta. Strategian toteuttamiseen kuuluu olosuhteiden monitorointi (Condition Monitoring, CM), joka tarkoittaa jatkuvaa olosuhdedatan keräämistä ja analysointia (Oliva & Kallenberg 2003). CM prosessissa tulkitaan datasta mahdolliset huoltotarpeet, ja tämän tarkoituksena on taata laitteiston saumaton toimivuus havaitsemalla mahdolliset viat ennakkoon (Widodo & Yang 2007). CBM soveltuu laitteistolle, joka saattaa hajota yllättäen ja jonka hajoaminen aiheuttaa merkittävää haittaa omistajalle ja käyttäjille. Tästä esimerkkinä on kiinteistön

HVAC-järjestelmä. CBM-strategia vaatii kuitenkin huoltoa tarjoavalta yhtiöltä erillistä palvelukonseptia, sillä olosuhdedatan jatkuva tarkkailu ja tulkitseminen on olennaista ennakoivan huollon onnistumisen kannalta.

Bloch & Geitner (1983) esittävät, että jopa 99% kaikista laitevioista voidaan havaita etukäteen tarkkailemalla erilaisia laitteiston ominaisuuksia ja usein merkit viasta ovat havaittavissa jopa viikkoja tai kuukausia etukäteen. Tällaiset olosuhdedatapohjaiset vika-hälytykset ovat eräs B2B-palvelu, ja näitä on käytetty perinteisesti ilmoittamaan mahdollisista koneiden ongelmista esimerkiksi tuotantolaitteiston yhteydessä. Suurin etu olosuhteiden monitoroinnista onkin se, että se mahdollistaa ennakoivan huollon ja koska huolto perustuu todelliseen tarpeeseen, syntyy tästä myös välillisesti arvoa kaikille osapuolille. Oliva & Kallenberg (2003) toteavat kuitenkin, että olosuhdeperusteiseen huoltoon liittyy haaste, sillä huollot eivät suoraan tuota arvoa asiakkaalle, vaan arvo muodostuu laitteiston suorituskyvyn säilymisestä ennallaan. Asiakkaan näkökulmasta huolto ei siis itsessään ole arvoa tuottava palvelu.

Cao et al. (2015) mainitsevat, että keskikokoisessa kiinteistössä saattaa syntyä jopa yli 50 000 vikailmoitusta vuosittain ja näistä suurin osa koskee sähköjä tai HVAC-järjestelmiä. Huoltoprosessin tehostaminen on näin ollen iso mahdollisuus tuottaa lisäarvoa kiinteistön osapuolille. Uusi IoT:n tuoma palvelumahdollisuus kiinteistöihin liittyen onkin tarkkailla kiinteistöjen tilojen olosuhteita antureiden avulla, ja tätä kautta löytää mahdolliset poikkeamat talotekniikassa. Ideaalitilanne olisi, että kiinteistön käyttäjän ei tarvitsisi tehdä poikkeustilanteessa mitään, vaan vikailmoitus menisi suoraan huoltoyhtiölle, joka voisi tarkastaa tilanteen. Näin ollen kiinteistöjen olosuhteet säilyisivät korkealla tasolla jatkuvasti. Tämä loisi tilan vuokralaiselle arvoa, sillä vuokralaisella olisi mahdollisuus keskittyä ydinliiketoimintaansa. Lisäksi kiinteistön omistaja maksaisi vain tarpeeseen perustuvista töistä, mikä tuottaisi arvoa myös omistajalle. Työssä lähdetään rakentamaan tältä ajatuspohjalta OKH:ta.

Jos vikailmoituksen halutaan tapahtuvan datan perusteella ilman ihmisen interaktiota, täytyy olosuhdedatan pohjalta pystyä päättämään, milloin jokin osa-alue kiinteistössä vaatii huoltoa. Haasteena on säännösten luominen olosuhdedatalle, eli sen millä tavoin dataa tulee prosessoida, jotta se kertoisi luotettavasti huoltoa vaativista ongelmista. Liian yleismaailmallinen säännöstö saattaa jättää huomioita datassa piileviä asioita, mutta toisaalta liian tarkka säännöstö aiheuttaa turhia hälytyksiä. Haastetta luo erityisesti ympäristön muuttuvuus, sillä kiinteistön olosuhteet ovat usean tekijän summa ja tarkkaa syytä olosuhteiden muuttumiseen voi olla hankala arvioida. Tämä tarkoittaa, että syy sisäilman heikkenemiseen ei ole aina välttämättä laitteistossa tai kiinteistön osassa. Li-

säksi arvio optimaalisesta sisäilmasta on myös vahvasti käyttäjästä riippuva subjektiivinen asia, ja näin ollen yleismaailmallisen säännöstön luominen ei ole yksinkertaista. Toinen käyttäjä saattaa kokea tietyt olosuhteet hyväksi, kun taas toinen saattaa ajatella kyseessä olevan ongelma. Näin ollen säännöstössä tulee huomioida käyttäjäriippuvainen preferenssien vaihtelu. Oikeanlaisen säännöstön luominen vikailmoitusten muodostamiseksi onkin hyvin tärkeää, jotta vältytään turhilta vikailmoituksilta ja huoltokäynneiltä.

Koska tämän työn painopiste on datapohjaisen palvelun kuvaamisessa ja datan tulkitsemisessa, ei OKH:n toteuttamisessa mennä syvälle taloteknisiin järjestelmiin. Palvelukuvauksessa jätetään täten konkreettiset huoltotoimenpiteet käsittelemättä. Näin ollen riittävä tieto tutkielman kannalta on se, jos kiinteistön olosuhteet muuttuvat käyttäjien näkökulmasta epämiellyttäväksi, vaikka käyttäjät pyrkivät tekemisellään edistämään hyvien olosuhteiden säilymistä (esimerkiksi noudattamalla tilojen kapasiteettia). Tällöin katsotaan, että palveluntarjoajan on syytä ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin, vaikka kyseessä ei suoranaisesti olisi ollut taloteknisessä laitteistossa havaittu vika. Hälytysjärjestelmän toimivuuden kannalta täytyy myös olettaa, että kiinteistössä on lähtökohtaisesti riittävä ilmanvaihto, jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmä. Nimittäin tilanteessa, jossa kiinteistön olosuhteille ei voida mitään ilman merkittävää peruskorjausta, automaattinen vikailmoitus on tarpeeton huollon tarpeen ennustamiseen.

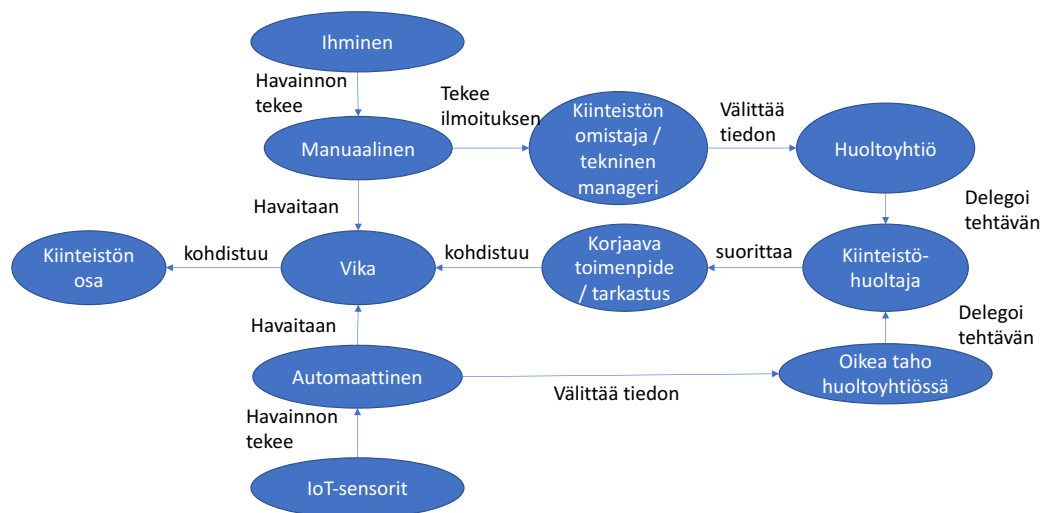
5.1.1 Automaattisen hälytyksen rakentaminen

Sensoridatan tuoma mahdollisuus erilaisten poikkeustilanteiden havainnointiin on huomioitu mahdollisuudeksi myös kiinteistöjä käsittelevässä kirjallisuudessa (esimerkiksi D’Elia et al. 2010; Antonucci et al. 2017). IoT on avaintekijä kiinteistöautomaatiojärjestelmissä, sillä se mahdollistaa olosuhteiden monitoroinnin reaaliajassa erilaisten sensoreiden avulla. Sensoreiden keräämä data lähetetään tyypillisesti kiinteistönhallintajärjestelmään (building management system, BMS), joka suorittaa datan prosessoinnin. Tehokas kiinteistön monitorointi tarkoittaa informaation luomista, prosessointia ja kommunikointia, ja koska informaatiota ei voida luoda ilman dataa, on datan merkitys erityisen tärkeä älykkäille kiinteistöille.

Tyypillisesti CBM-järjestelmä rakennetaan suoraan huoltoa mahdollisesti vaativan laitteen olosuhteita monitoroimalla, kuten tarkkailemalla sensoreilla laitteen värinää, ääntä, päästöjä tai lämpötilaa. Kohdeyrityksellä on tähän perustuen tutkimushanke käynnissä. Salo IoT Campuksella kohdeyrityksen tarkoituksena on rakentaa kuitenkin huoltomalli, joka perustuu sisäilman olosuhteiden mittaukseen eikä suoraan laitteiden olosuhteiden tarkkailuun. Tässä tulee huomioida, että kiinteistössä huollon tarve ei välttämättä perustu

aina laitteen vikaan, vaan mahdollisia syitä olosuhteiden heikentymiseen löytyy myös muista kiinteistön osista.

Alan kirjallisuudesta löytyvä lähin vastine palvelulle on D'Elia et al. (2010) muodostama konsepti. Tutkimuksessa he rakentavat kiinteistön olosuhdedataa mittaavan järjestelmän ja muodostavat tämän pohjalta vikailmoituksia huoltoyhtiölle. Tutkimuksessa kuvataan ontologia vikojen havaitsemiseen kiinteistön tiloissa sekä kuvataan käytetyn ohjelmiston rakenne. Tässä työssä muodostettava palvelu pohjautuu pitkälti tähän ontologiaan. Olosuhdeperusteisen kiinteistöhuollon prosessi manuaalisesti on kuvattu karkealla tasolla kuvassa 5. Kuvassa on hyödynnetty osittain D'Elia et al. (2010) muodostamaa ontologiaa.



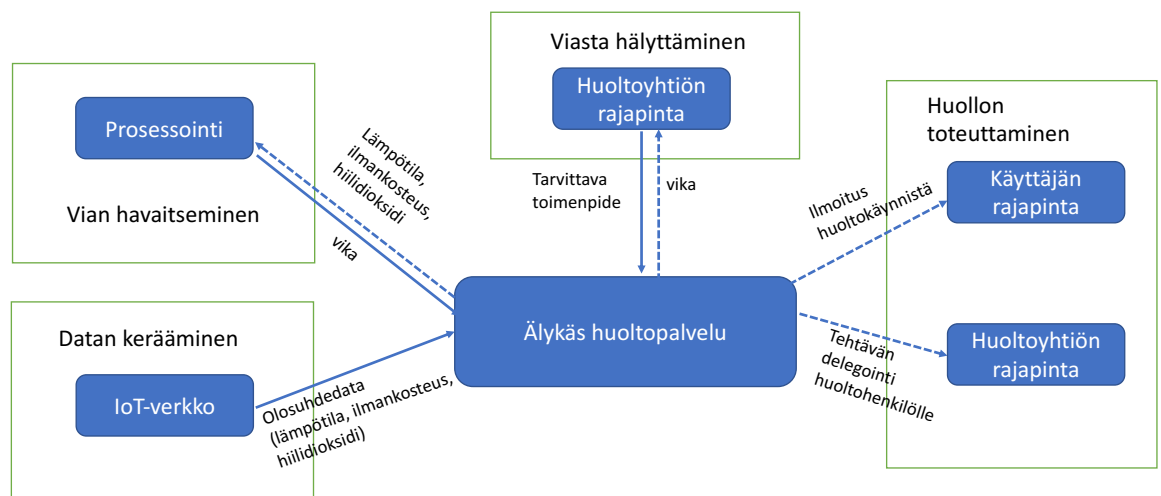
Kuva 5. Vikailmoituksen prosessi (mukaillen D'Elia et al. 2010)

Kuvassa 5 esitetty prosessi alkaa siitä, kun kiinteistön osaan kohdistuu vika. Vika voidaan havaita joko manuaalisesti ihmisen toimesta tai automaattisesti sensoreiden tuottamaa dataa prosessoimalla. Manuaalinen havainnointi on perinteinen tapa huomata ongelma. Tilan käyttäjä saattaa esimerkiksi tuntea tilan olevan poikkeuksellisen kylmä, ja jos hän ei voi tehdä asialle mitään, hän lähtökohtaisesti ilmoittaa asiasta kiinteistön tekniselle managerille tai suoraan huoltoyhtiölle. Kiinteistön tekninen manageri vastaanottaa tiedon ja välittää sen vikakuvauksineen eteenpäin huoltoyhtiölle, joka puolestaan prosessoi tietoa ja delegoi tehtävän kiinteistöhuoltajalle, joka tarkastaa tilanteen. Ennen käyntiä kiinteistöhuoltajan tulee kuitenkin sopia käynnistä vuokralaisen kanssa. Tämä prosessi vastaa kirjallisuusselvityksessä mainitun Jylhä & Junnila (2014) kuvaamaa kiinteistöhuollon mallia, jonka isoin ongelma on se, että alaprosessit on optimoitu kokonaisprosessin optimoinnin sijaan. Jokainen prosessissa mukana oleva tekijä pyrkii suorittamaan oman tehtävänsä parhaalla mahdollisella tavalla, mutta tämä ei suoraan edistä

kokonaisuuden tehokkuutta. Usein välikäsien kautta toimittaessa tieto ei myöskään välity vääristymättä ja lopulta tämä aiheuttaa tarpeetonta hukkaa.

Kuvan 5 mukaisesti toinen vaihtoehto vian havaitsemiselle on automaattinen polku. Automaattisessa havainnoinnissa IoT-verkkoon kytketyt sensorit keräävät dataa kiinteistöstä, ja tämä data prosessoidaan erilaisten algoritmien mukaisesti. Datan perusteella pystytään määrittämään ennakoivasti tai todelliseen tarpeeseen perustuen, milloin huollolle on tarvetta. Tällöin voidaan lähettää suoraan tieto huollon tarpeesta kiinteistöpalveluiden tarjoajalle, jolloin prosessissa ohitetaan kaksi manuaalisesti tehtävää ilmoitusta. Tieto kiinteistön tilanteesta välittyy suoraan vastuulliselle henkilölle, jolloin vältetään myös vääristyneeltä tiedolta. Usein tällöin säästetään myös aikaa, sillä välikäsien ei tarvitse käyttää aikaa tiedon välittämiseen. Hälytyksen perusteella huoltoyhtiön edustaja voi esimerkiksi ottaa suoraan yhteyttä tilan käyttäjään ja varmistaa onko käynnille tarvetta, sekä sopia suoraan ajan käynnille.

Kuvassa 6 on esitetty karkealla tasolla hälytyksen mahdollistavan ohjelman eri rajapinnat ja ohjelmiston karkea rakenne.



Kuva 6. Hälytyspalvelun rakenne

Kuvassa 6 esitetty palvelu koostuu neljästä eri osasta. Olosuhdedatan kerääminen on IoT-verkon vastuulla. Tämä langattomien sensoreiden tuottama olosuhdedata tallennetaan ja välitetään vian havaitsemista varten prosessoitavaksi. Vian havaitseva prosessointi palauttaa järjestelmään tiedon siitä, onko sensoreiden mittaustulosten perusteella syytä epäillä vikaa. Jos havaitaan jotain epäilyttävää, ilmoitetaan tästä huoltoyhtiölle heidän rajapintansa kautta. Huoltoyhtiö voi tällöin tehdä päätöksen tarpeellisista toimenpiteistä, kuten esimerkiksi soittaa asiakkaalle ja selvittää onko asiakas kokenut olosuhteet

heikoiksi mittaustulosten ajalla. Jos todetaan, että kiinteistössä ilmenee mahdollisesti jokin vika, voidaan asiakkaan kanssa sopia käynnistä ja delegoida tehtävä oikealle huoltohenkilölle rajapinnan kautta. Tässä työssä muodostettavassa OKH:ssa keskitytään ensisijaisesti vian havaitsemiseen ja viasta hälyttämiseen. Soveltuvan datan kerääminen on toteutettu jo riittävällä tasolla OKH:n testausta varten. Asiakkaalle ja huoltoyhtiölle suunniteltu huollon toteuttamiseen liittyvä rajapinta jätetään tarkastelun ulkopuolelle. Myöhemmin työssä muodostetaan kiinteistön olosuhdedatan perusteella säännöstö vikojen havaitsemiseen ja esitetään, miten vioista hälyttäminen tapahtuu.

5.1.2 Sisäilman optimaaliset olosuhteet

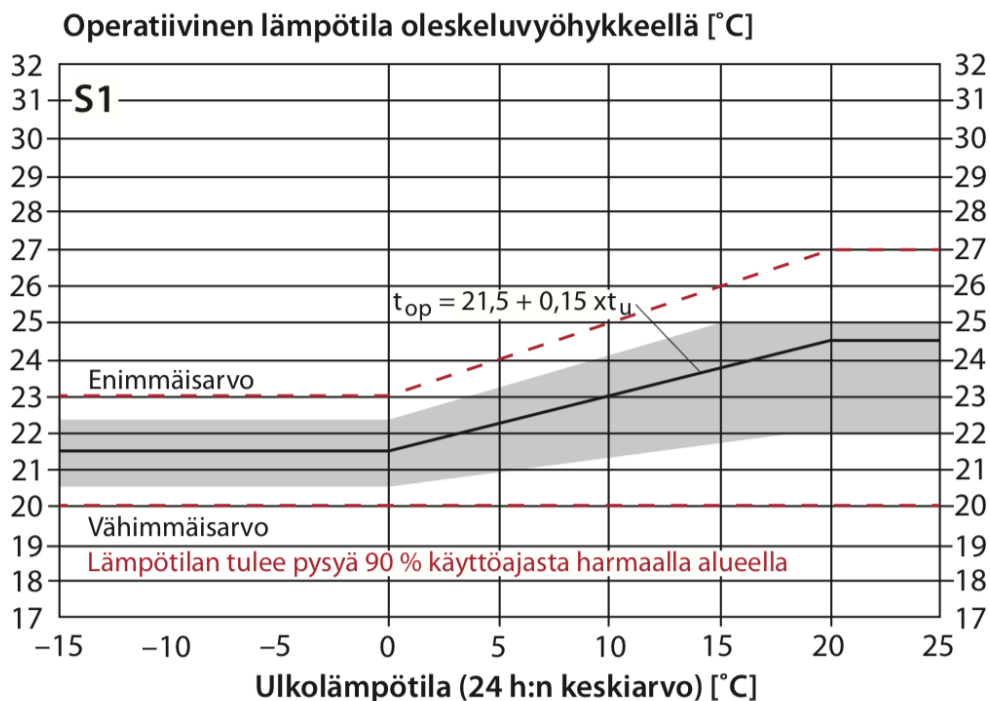
OKH:ssa tarvittavan säännöstön rakentamiseksi tulee tietää ensin, millaiset olosuhteet ovat optimaaliset toimistossa työskentelyyn, jotta voidaan arvioida millaiset olosuhteet ovat poikkeukselliset. Ihmisen aineenvaihdunta tuottaa jatkuvasti hiilidioksidia ja muita olosuhteita heikentäviä kemikaaleja sisäilmaan, joten olosuhteisiin vaikuttaa luonnollisesti tilassa tehtävän työn fyysinen vaatimus sekä tilassa oleskelevien henkilöiden lukumäärä. Lisäksi ihminen kosteuttaa tilaa hengityksen myötä ja nestettä hikoilemalla. Sisäilman kosteus ja virtausnopeus vaikuttavat lämpötilan aistimiseen. Koska optimaaliset olosuhteet vaihtelevat aina käyttäjän mukaan, voidaan ajatella, että olosuhteet ovat optimaaliset, jos kukaan tilassa olijalla ei halua muuttaa niitä.

Työsuojeluhallinto esittää, että optimaalinen lämpötila kevyelle istumatyölle on noin 21-25 °C. Vastaavasti muulle kevyelle työlle lämpötilasuositus on noin 19-23 °C. Ilman liikkeen tulisi olla alle 0,1m/s ja ilman suhteellisen kosteuden noin 30-50%. Vastaavasti samassa julkaisussa arvioidaan, että yli 28 tai alle 20 °C alkaa tuottaa haittaa toimistotyöskentelyyn, ja tällöin tulisi asettaa jo rajoituksia tilassa tehtävän työn pituudelle. (Työsuojeluhallinto 2019)

Sisäilmayhdistys (2019) mainitsee, että lämpötila on tärkein sisäilman mittari, sillä kehon lämpötasapaino määrää sen, kuinka viihtyisäksi ihminen tuntee olonsa. Yhdistyksen mukaan keskimäärin 20-22 °C on sisäilman lämpötila, jossa ihminen tuntee itsensä yleensä mukavaksi. Suomen sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa puolestaan sisäilman terveellisyyteen liittyen mainitaan toimenpiderajaksi lämmityskauden ulkopuolella lämpötilan osalta yli 32 tai alle 18 °C ja lämmityskaudella yli 26, tai alle 18 °C. Säädöksessä mainitaan myös, että ilmvirran tulisi olla kouluissa, päiväkodeissa ja muissa vastaavissa oleskelutiloissa vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden. Ilman hiilidioksidipitoisuuden osalta toimenpideraja on yli 2100 mg/m³ (1150 ppm). Hiilidioksidin määrälle ei ole alarajaa, eli sitä ei varsinaisesti tarvita sisäilmaan.

Sisäilmayhdistys on myös luonut kolmiportaisen luokituksen sisäilman laadulle, joka kertoo millaisten rajojen sisällä olosuhteiden tulisi säilyä päivän aikana. Luokitusten tavoitteena on tehdä eri kiinteistöjen sisäilmat vertailukelpoisiksi ja antaa tietoa kiinteistön omistajalle sisäilman laadusta. Portaittain luokitukset ovat S1 (yksilöllinen sisäilmasto), S2 (hyvä sisäilmasto) ja S3 (tydyttävä sisäilmasto). Vuonna 2008 muodostettuja luokituksia on täsmennetty 2018 julkaistussa rakennustietokortissa RT 07-11299. Koska kriteerit sisäilman olosuhteille on määritelty tarkasti, voidaan luokituksia käyttää tässä työssä ilmanlaadun mittarina ja muodostaa tältä pohjalta rajat OKH:lle. Kohdeyhteyksen keräämän datan puitteissa tarkasteltavat sisäilman ominaisuudet ovat lämpötila, hiilidioksidi ja ilmankosteus.

Koska toimeksiantaja pyrkii ensiluokkaiseen laatuun sisäilmassa, valitaan tavoitteeksi paras, eli S1-tasoinen sisäilma. RT-kortissa 07-11299 kuvaillaan S1-tasoinen sisäilman olevan laadultaan erittäin hyvä ja tällöin tiloissa ei ole havaittavissa hajuja. Lisäksi sisäilman lämpöolot ovat viihtyisät ja käyttäjät pystyvät vaikuttamaan yksilöllisesti sisäilmaan. Sisäilmaluokituksessa sisäilman sopiva lämpötila riippuu ulkona vallitsevasta säästä. Luokituksen rajat ja kaava optimaaliselle lämpötilalle on esitelty kuvassa 7.



Kuva 7. Sisälämpötilan rajat S1 sisäilmaluokituksen mukaan (RT 07-11299).

Kuten kuvaajasta nähdään, on sisäilman tavoitearvona $21,5 \text{ °C} \pm 1,0 \text{ °C}$, jos ulkona on alle nolla astetta ($t_u < 0 \text{ °C}$). Mikäli $0 < t_u \leq 20 \text{ °C}$ lasketaan sisäilman lämpötilan tavoite-

tearvo kaavalla $21,5\text{ °C} + 0,15 \cdot t_u$, eli sopiva lämpötila kasvaa lineaarisesti 0,15 kulmakertoimella. Sallittu vaihteluväli operatiiviselle lämpötilalle, kun $0 < t_u \leq 15\text{ °C}$, on ylöspäin $< 22,5 + 0,166 \times t_u$ ja alaspäin $> 20,5 + 0,075 \times t_u$. Jos $t_u > 20\text{ °C}$, on tavoitearvo lämpötilalle 24,5. Kun $t_u > 15\text{ °C}$, on suurin sallittu lämpötila 25 astetta ja kun $t_u > 20\text{ °C}$, on alin sallittu lämpötila sisäilmalle 22 astetta. Ulkolämpötilalla tarkoitetaan liukuvaa 24h keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Tulee kuitenkin huomioida, että tavoitearvot voivat myös olla erilaiset tilan käyttäjien toiveesta.

Edellä mainitut lämpöolosuhteet tulisi pystyä säilyttämään 90% ajasta. Operatiivisen lämpötilan on kuitenkin oltava S1-luokassa asetettavissa välillä tavoitearvo $\pm 1,5\text{ °C}$, eli yksiselitteistä lämpötilarajaa ei voida asettaa ilman käyttäjän mieltymyksen tuntemista. Tämä tarkoittaa, että säännöstöä luotaessa tulee säännöstö olla asetettavissa käyttäjien preferenssin mukaan. Sisäilman lämpötilalle on annettu myös hetkelliset enimmäis- ja vähimmäisarvot, joita ei saisi ylittää missään tapauksessa luokituksen säilyttämiseksi. Lämpötilan on oltava ulkolämpötilasta riippumatta vähintään 20 °C . Mikäli $t_u < 0\text{ °C}$, on maksimiarvo 23 °C . Jos taas $0 < t_u \leq 20\text{ °C}$, on maksimiarvo $23 + 0,2 \times t_u$, ja jos $t_u > 15\text{ °C}$, on maksimiarvo 27 astetta.

Hiilidioksidin osalta S1-tasoinen yläraja on uudessa asetuksessa alle 350 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidi. Vuoden 2008 rajan mukaan S1-tason raja on $< 750\text{ ppm}$. Koska ulkoilman hiilidioksidista ei ole saatavilla jatkuvia mittaustuloksia Salon alueella, käytetään tässä työssä hiilidioksidin osalta vuoden 2008 rajaa. Ilmankosteuden osalta ei ole asetettu erityistä S1-tasoista rajaa, sillä ilmankosteus vaihtelee vuodenajan mukaan varsin paljon. Luokituksessa mainitaan kuitenkin, että suhteellinen ilmankosteus tulee olla alle 60% muista olosuhteista riippumatta, mikäli halutaan välttää kiinteistön vaurioituminen.

Olettaen että kiinteistössä on asianmukainen ilmanvaihto, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä edellä mainitut olosuhteet tulisi pystyä säilyttämään. Tässä työssä optimaalisina sisäilman olosuhteina käytetään lämpötilan ja hiilidioksidin osalta S1-tasoista sisäilma-luokitusta. Ilmankosteuden osalta käytetään tavoitteena työsuojeluhallinnon asettamaa noin 30-50% kosteutta. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa mainitut rajat ovat äärimmäisiä terveydelle haitallisia rajoja, joiden ylittyminen on jo huomattava ongelma. Näiden rajojen sisällä pysyminen on pakollista, ja poikkeustilanteissa tulisi tehdä välitön vikailmoitus.

5.2 Datan kerääminen

L&T on kerännyt olosuhde- sekä läsnäolodataa Salo IoT Campukselta Virpa-projektin puitteissa. Olosuhdedatan kerääminen tapahtuu konkreettisesti eri puolille kiinteistöä asennetuilla Connected Airwits CO2 – lämpötila-kosteusantureilla. Läsnaolodata puolestaan kerätään Connected Detectify -liiketunnistimilla. Airwits – antureita on kampuksella testivaiheessa yhteensä 34 kappaletta ja liiketunnistimia on yhteensä 20 kappaletta. Kampukselle ollaan asentamassa myös paine-eroja mittaavia laitteita sekä wc-tilojen käyttöastetta mittaavia antureita, mutta tämän työn aikana tällaista dataa ei vielä ollut saatavilla. Koska OKH:n muodostamisessa ei hyödynnetty läsnäolotietoja, alla kuvataan tarkemmin vain olosuhdeantureiden ominaisuuksia.

Airwits-anturi mittaa sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja suhteellista kosteutta 30 minuutin välein ja lähettää arvot IoT-verkon kautta L&T:n pilvipalvelimelle, jossa ne tallentuvat tietokantaan. Laite on nähtävillä kuvassa 8.



Kuva 8. Connected Airwits CO2 – lämpötila-kosteusanturi (connectedfinland.fi 2019)

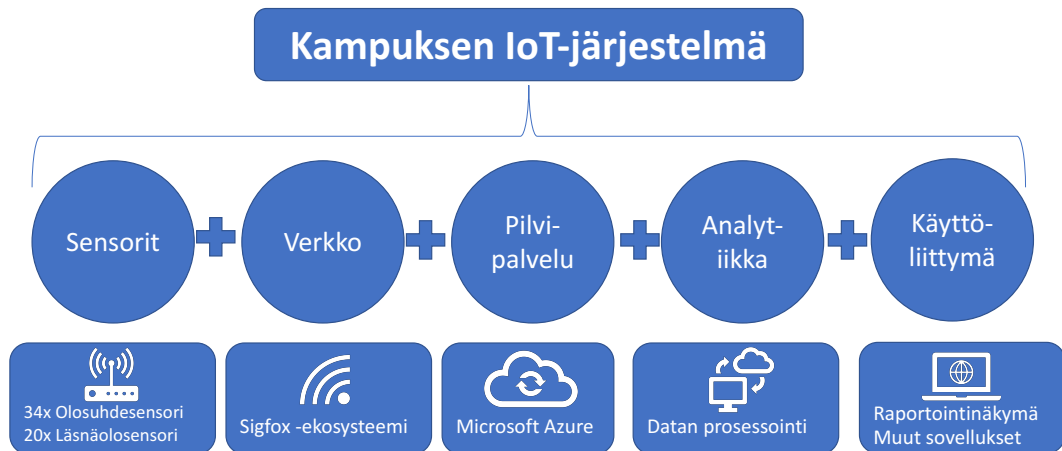
Valmistaja lupaa Airwitsille taulukossa 7 mainitut ominaisuudet:

Taulukko 7. Airwits CO2 lämpötila-kosteusanturin ominaisuudet (connectedfinland.fi 2019)

| Ominaisuus | Skaala | Tarkkuus |
|------------------------------|----------|----------|
| Hiilidioksidin mittaus (PPM) | 0-5000 | 50 |
| Lämpötilan mittaus (C°) | -40 - 60 | 0,2 |
| Ilmankosteuden mittaus (%) | 0 - 95 | 2 |

Taulukon 7 perusteella nähdään, että tarkkuuden ja mittaskaalan puolesta sensorit soveltuvat hyvin sisätilojen olosuhteiden monitorointiin, ja ainakin sensoreiden puitteissa erilaisten poikkeustilanteiden havainnointi pitäisi olla mahdollista.

Kampukselle asennettu IoT-järjestelmä on tyypillinen, luvussa 2 esitetyn rakenteen mukainen kokonaisuus. Järjestelmä on kuvattu komponentteineen kuvassa 9.



Kuva 9. Salo IoT Campuksen IoT-järjestelmän kuvaus (mukaillen Jia et al. 2019)

Kuvasta 9 havaitaan, että verkko rakentuu tyypilliseen tapaan sensoreista, jotka on yhdistetty johonkin IoT:n mahdollistavaan verkkoon (tässä tapauksessa Sigfox). IoT-verkolle ominaista on matalatehoisuus, sillä sensoreista siirrettävä data ei ole suurta verrattuna vaikkapa matkapuhelinverkkoihin. Verkon kautta tiedot tallentuvat L&T:n hallinnoimaan pilvipalvelussa (Microsoft Azure) sijaitsevaan tietokantaan. Pilvessä olevasta tietokannasta dataa voidaan jäsenellä, ja datalle voidaan suorittaa erilaisia analyttisiä toimenpiteitä. Näiden analyysien tuloksia on mahdollista esittää ja hyödyntää erilaisten käyttöliittymien kautta. Kampukselle rakennettu raportointinäköymä on esimerkki tällaisesta sovelluksesta.



Kuva 10. Salo IoT Campuksen kartta (saloiotcampus.fi)

Kuvassa 10 on nähtävillä kampuksen kartta yleiskuvan hahmottamiseksi. L&T:n asennamat anturit on sijoitettu kampuksen kahteen päärakennukseen (Kuutio & Centro) taulukon 8 mukaisesti.

Taulukko 8. *Salo IoT Campuksen rakennuksiin sijoitetut sensorit*

| Osoite | Rakennus | Sensori | Kerros | Lukumäärä |
|-----------------|----------|----------|--------|-----------|
| Joensuunkatu 7G | Centro | Olosuhde | 1 | 10 |
| Joensuunkatu 7G | Centro | Olosuhde | 2 | 1 |
| Joensuunkatu 7E | Kuutio | Olosuhde | 1 | 5 |
| Joensuunkatu 7E | Kuutio | Olosuhde | 2 | 5 |
| Joensuunkatu 7E | Kuutio | Olosuhde | 3 | 6 |
| Joensuunkatu 7E | Kuutio | Olosuhde | 4 | 7 |

Olosuhdeanturit on asetettu taulukon 8 mukaisesti eri puolille Kuutio ja Centro -rakennuksia, ja ne tarkkailevat esimerkiksi tiloissa toimivien yritysten liiketilojen olosuhteita, neuvotteluhuoneita, sekä jaettuja työpisteitä. Olosuhdeantureista 15 on asennettu eri vuokralaisten tiloihin (yksi anturi per tila) ja loput joko yleisiin tiloihin, auditorioihin tai neuvotteluhuoneisiin.

Koska sisäilman optimaaliset olosuhteet eivät ole riippumattomia ulkoilmasta, käytetään tässä työssä myös Salon kampuksen lähimmän säähavainnointiaseman keräämää lämpötila- ja ilmankosteusdataa. Tämä data saadaan Ilmatieteen laitoksen avoimen datan palvelusta, jossa on ladattavissa kaikkien Suomen sääasemien historialliset havainnot (Ilmatieteen laitos 2019). Ilmatieteen laitoksen anturit ovat ulkoilman mittaamiseen huomattavasti tarkempia kuin edullisemmat kaupalliset versiot, joten niiden keräämä data on varsin luotettavaa.

Edellä kuvattujen datalähteiden lisäksi työssä käytetään asiakaskiinteistön vuokralaisilta kerättyä palautetta sekundaarisena datana validoimaan havaittuja poikkeamia. Tämä palautedata on kerätty sähköpostitse kyselyillä, ja sen toimittaa kohdeyritykselle alihankkija. Palaute on muun datan tavoin historiallista, ja se kohdistuu samalle ajanjaksolle kuin kerätty olosuhdedata.

5.3 Käytettävä data ja sen varastointi

Työn empiirinen aineisto keskittyy valmiiksi kerättyyn dataan, joka saadaan kohdeyrityksen pilvipalveluun tallennetusta datasta, Ilmatieteen laitoksen Avoin data -palvelusta ja alihankkijan keräämistä palautekyselyistä.

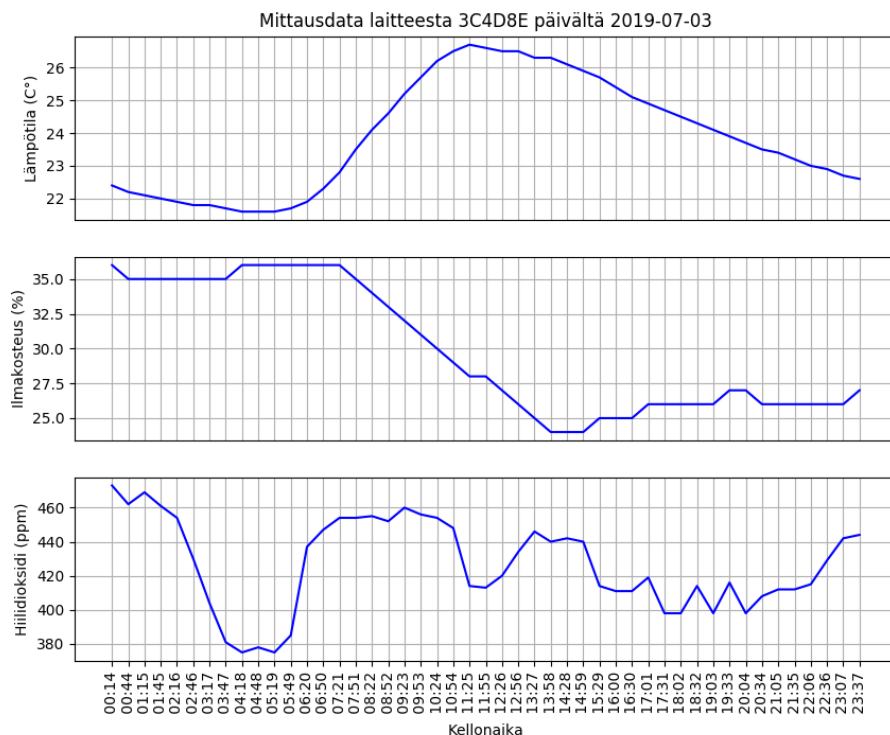
Työssä hyödynnettävä olosuhdedata on muodoltaan tekstiä, lukuja, päivämääriä ja aikaleimoja. Olosuhteita mittaavat anturit jakavat tietokantaan 30 minuutin välein mittamansa lämpötilan, ilmankosteuden ja hiilidioksidin. Taulukossa 9 on havainnollistettu esimerkki Airwits-olosuhdesensoreiden avulla kerätystä datasta.

Taulukko 9. Esimerkki työssä käytettävästä olosuhdedatasta (anonymisoitu)

| DeviceId | DeviceType | DateTime | Temperature | Humidity | CO2 | Address | Specifier |
|----------|-------------|-------------------------|-------------|----------|--------|-----------------|-----------|
| 3C53D2 | AirwitsCO2R | 2019-07-12 05:25:05.000 | 20.80 | 47.00 | 451.00 | Joensuunkatu 7G | A |
| 3B963F | AirwitsCO2R | 2019-07-12 05:23:31.000 | 22.00 | 49.00 | 508.00 | Joensuunkatu 7 | B |
| 39E173 | AirwitsCO2R | 2019-07-12 05:23:26.000 | 21.90 | 48.00 | 451.00 | Joensuunkatu 7 | C |
| 3BA0D7 | AirwitsCO2R | 2019-07-12 05:19:18.000 | 21.30 | 51.00 | 454.00 | Joensuunkatu 7 | D |
| 3BE3F2 | AirwitsCO2R | 2019-07-12 05:15:17.000 | 23.40 | 42.00 | 551.00 | Joensuunkatu 7 | E |
| 39E08F | AirwitsCO2R | 2019-07-12 05:12:40.000 | 21.00 | 51.00 | 461.00 | Joensuunkatu 7 | F |
| 3C2BFB | AirwitsCO2R | 2019-07-12 05:12:34.000 | 20.70 | 51.00 | 466.00 | Joensuunkatu 7 | G |

Antureille on annettu yksilöivä ID, ja niiden sijainti on yksilöity osoitteen ja tilatarkenteen perusteella. Esimerkiksi laite ID:llä 3C53D2 sijaitsee kampuksen Joensuunkatu 7G rakennuksessa paikassa A. Laite tallentaa olosuhdetietojen lisäksi aikaleiman mittaushetkestä. Esimerkkidatasta nähdään, että edellä mainittu sensori on mitannut 12.7.2019 klo 5:25 lämpötilaksi 20,8 °C, ilmankosteudeksi 47% ja hiilidioksidipitoisuudeksi 451 PPM. Anturin mittaama kellonaika on aikavyöhykkeellä UTC +0, eli näin ollen Suomessa valitseva aika on kaksi tuntia aikaleimaa myöhemmin.

Olosuhdedatan perusteella pystytään seuraamaan erilaisia kiinteistön olosuhteisiin liittyviä tietoja. Esimerkiksi piirtämällä tietyn laitteen mittauslukemat vuorokauden ajalta pystytään näkemään miten olosuhteet muuttuvat kyseisellä aikavälillä. Kuvassa 12 on havainnollistettu, miten olosuhdedataa hyödyntämällä voidaan nähdä tietyn kiinteistön osan olosuhteiden vaihtelu.

**Kuva 11.** Erään anturin keräämät olosuhdetiedot vuorokauden aikana

Kuvasta 11 havaitaan siis, että anturin tarkkailemassa tilassa (tässä tapauksessa eräs Kuutio-rakennuksen 3. kerroksen tiloista) on lämpötila noussut ennen klo 10:00 yli 26

celsius asteeseen ja laskenut siitä tasaisesti yöhön asti. Vastaavasti ilmankosteus on tippunut aamupäivällä yön lukemista noin 26%:iin, ja hiilidioksidilukemat ovat vaihdelleet päivän aikana noin 375-475ppm välillä. Olosuhdedatasta tulee huomioida myös sensoreiden sijainti erilaisissa huoneissa. On selvää, että esimerkiksi neuvotteluhuoneessa lämpötila saattaa vaihdella enemmän kuin isommassa tilassa, sillä neuvotteluhuoneessa ei lähtökohtaisesti vietetä koko päivää. Myös ilmanvaihdon tarve on erilainen avoimeen toimistotilaan nähden riippuen neuvotteluhuoneessa pidettävän palaverin osallistujien määrästä.

Ulkoilmadata on samassa muodossa kuin olosuhdedata. Datassa on tallennettuna tunnin välein mittaustulos ilman suhteellisesta kosteudesta ja ilman lämpötilasta. Data on mitattu Salon mittausasemalla, joka sijaitsee noin 5km asiakkaan tiloista. Ulkoilman aikaleima on muun datan tavoin UTC+0. Ulkoilmadatasta on esimerkki taulukossa 10.

Taulukko 10. *Esimerkki ulkoilmadatasta*

| Vuosi | Kk | Pv | Klo | Aikavyöhyke | Suhteellinen kosteus (%) | Ilman lämpötila (degC) |
|-------|----|----|------|-------------|--------------------------|------------------------|
| 2019 | 4 | 28 | 0:00 | UTC | 59 | 10,8 |
| 2019 | 4 | 28 | 1:00 | UTC | 63 | 9,7 |
| 2019 | 4 | 28 | 2:00 | UTC | 65 | 8,3 |
| 2019 | 4 | 28 | 3:00 | UTC | 69 | 7,2 |
| 2019 | 4 | 28 | 4:00 | UTC | 62 | 6,5 |
| 2019 | 4 | 28 | 5:00 | UTC | 61 | 6,4 |
| 2019 | 4 | 28 | 6:00 | UTC | 57 | 6,9 |

Työssä hyödynnettävä palautedata on muodoltaan numeroita, tekstiä ja päivämääriä. Palautteen yhteydessä on päivämäärä, jolloin palaute annettiin, palautetta antaneen yrityksen nimi, numeroarvosanoja vastauksena erilaisiin asiakkaan kampukseen liittyviin kysymyksiin, sekä mahdollisuus antaa avointa palautetta. Tämän työn kannalta relevantin palaute on sisäilman laadusta annettu numeroarvosana sekä avoin palaute. Palaute on mahdollista kohdistaa tiettyyn kiinteistön osaan yrityksen nimen sekä mahdollisesti avoimen palautteen perusteella. Taulukossa 11 on esitetty anonymisoituna esimerkki kerätystä palautteesta, josta on karsittu tämän työn kannalta epäolennainen tieto pois.

Taulukko 11. *Esimerkki palautedatasta*

| Id | Pvm | Yritys | Sisäilman laatu (0-10) | Miksi saimme antamasi arvosanan? Avoin palaute |
|-----|-----------|----------|------------------------|--|
| 445 | 17.4.2019 | Yritys A | 8 | xxxxxxxxxx |
| 446 | 15.5.2019 | Yritys B | 7 | xxxxxxxxxx |
| 447 | 17.5.2019 | Yritys C | 7 | xxxxxxxxxx |

5.4 Data-analyysi

Tässä luvussa käsitellään tarkemmin konstruktion muodostamiseen käytettävät data-analyysimenetelmät. Data miningin avulla isosta datamassasta voidaan löytää erilaisia

malleja ja yhteyksiä datapisteiden välillä. Sitä on käytetty perinteisesti kiinteistöalalla esimerkiksi erilaisten varoitusten luomiseen ja ennustamiseen, sekä kiinteistöpalveluiden tarjoamiseen verkossa (Ullah et al. 2018).

Tässä työssä muodostetaan yksinkertainen säännöstö, jonka perusteella kerättyä olosuhdedataa voidaan prosessoida. Lopputulemana pyritään luomaan informaatiota, jonka perustella voidaan havaita mahdolliset huollon tarpeet kiinteistössä. Koska työssä saatavilla oleva data on historiallista ja tietoa esimerkiksi siitä, milloin olosuhteet ovat aiheuttaneet huollon ei ole, perustuu säännöstö tiettyjen rajojen ulkopuolelle asettuvien poikkeamien havaitsemiseen. Tätä näkökulmaa poikkeamien havaitsemiseen pyritään vahvistamaan palautedatasta saadulla tiedolla olosuhteiden laadusta. Datan prosessointi ja visualisointi suoritetaan Power BI-ohjelmassa, jossa data on esitetty taulukkoina. Lisäämällä näihin taulukoihin erilaisia uusia sarakkeita ja muokkaamalla nykyisiä sarakkeita pystytään luomaan uutta informaatiota. Lopputulemana analyysissä muodostetaan poikkeamia havainnollistava raportti, jossa on visualisoitu kiinteistössä havaitut poikkeamat. Tämä raportti vastaa kuvassa 6 esitetyn järjestelmän osaa, joka hälyttää huoltoyhtiölle poikkeamista. Tässä alaluvussa esitellään datalle tehdyt operaatiot ja valinnat.

Suoritettava data-analyysi tapahtuu karkealla tasolla luvussa 2.1.3 kuvaillun tiedon louhintaa kuvaavan seitsemän vaiheisen prosessin mukaan. Prosessin vaiheet on esitetty alla:

1. **Datan puhdistaminen** (virheellisen ja epätarkan datan poistaminen)
2. **Datan integrointi** (usean datalähteen yhdistäminen)
3. **Datan valitseminen** (relevantin datan valitseminen analysointiin)
4. **Datan muuntaminen** (Data muutetaan muotoon, jossa sitä voidaan prosessoida.)
5. **Data mining** (Erilaisia menetelmiä käyttäen löydetään kiinnostavia malleja.)
6. **Mallin arviointi** (Arvioidaan, mitkä löydettyistä asioista ovat kiinnostavia.)
7. **Tietämyksen esittäminen** (Muutetaan tulokset muotoon, jossa niitä voidaan tarkastella ymmärrettävästi.)

5.4.1 Datan puhdistaminen, integrointi, valitseminen ja muuntaminen

Puhdistaminen ja valinta

Analyysin ensimmäisessä vaiheessa työssä käytettävä data puhdistettiin, eli siitä poistettiin virheellinen sekä tarpeeton data. Puhdistaminen suoritettiin konkreettisesti Power BI -ohjelman Power Query-osiossa lisäämällä dataan yksinkertaisia suodattimia. Työssä käytettävä olosuhdedata saatiin kohdeyritykseltä csv-muodossa ja se oli taulukon kahdeksan mukaisessa formaatissa. Csv-tiedostossa oli kerätty olosuhdedata kaikista 34:stä Airwits -anturista ajalta 11.3.2019 - 4.11.2019. Anturit oli yrityksen edustajan mukaan kytketty päälle 11.3., mutta alkuajalta data on epäluotettavaa ja mahdollisesti vääristynyttä, sillä anturit kytkettiin päälle testimielessä ja niiden asentaminen kampukselle varsinaisiin sijainteihin tapahtui vasta myöhemmin.

Ensimmäinen suodatusoperaatio oli tarpeettoman sarakkeen 'DeviceType' poistaminen taulukosta. Toinen suodatusoperaatio oli datan ajallinen rajaaminen. Eheyden varmistamiseksi käytettiin analyysissä dataa vasta 1.5. alkaen, koska tästä eteenpäin anturit ovat olleet paikallaan ja ne tuottavat luotettavaa dataa. Koska datan tarkalla alkupäivämäärällä ei ollut lopputuloksen kannalta merkitystä, oli valinta mielivaltainen.

Datan alkupäivämäärän suodattamisen lisäksi siitä poistettiin duplikaatit, eli mittaustulokset, jotka on kirjattu kahdesti tietokantaan. Poissulkien nämä muutamat duplikaatit data itsessään oli valitusta päivämäärästä eteenpäin riittävän puhdasta, sillä anturit lähettävät täsmällisesti mittaustuloksia pilvipalveluun eivätkä ihmisen tekemät inhimilliset virheet eivät ole mahdollisia. Näin ollen muunlaiselle puhdistamiselle ei ollut tarvetta. Vaikka olosuhdedatassa havaittiin työn myöhemmässä vaiheessa muutama selkeästi virheellinen arvo, ei näillä ollut vaikutusta lopputulokseen, joten niille ei ollut myöskään tarvetta tehdä mitään.

Kolmas olosuhdedatalle tehtävä suodatusoperaatio oli datan rajaaminen työn kannalta kiinnostaviin sensoreihin. Data suodatettiin käsittämään vain vuokralaisyritysten toimitiloja tarkkailevien sensoreiden tuottamia arvoja, sillä näiden toimitilojen oletettiin olevan lähtökohtaisesti homogeenisiä tiloja. Olosuhteiden vertailu esimerkiksi neuvotteluhuoneista ja yritysten toimitilojen välillä ei ole välttämättä yksinkertaista, sillä näillä tiloilla on keskenään erilainen käyttötarkoitus. Näin ollen samanlaiset rajat olosuhteille eivät välttämättä toimi molemmissa tiloissa. Yritysten toimitilojen tarkkailu valittiin, sillä niissä olevien antureiden voidaan olettaa mittaavan toimistohuoneiden olosuhteita. Toimistohuoneissa lähtökohtaisesti työskennellään säännöllisesti virka-ajan puitteissa, ja siksi niissä

olosuhteiden säilyvyys on tärkeämpää kuin esimerkiksi yksittäisessä hetkelliseen käyttöön tarkoitettussa neuvotteluhuoneessa.

Työssä käytettävä ulkoilmadata saatiin lataamalla lämpötila- sekä ilmankosteusmittausten tulokset tarvittavalle ajalle Ilmatieteen laitoksen Avoin data -palvelusta. Data oli muodoltaan taulukon yhdeksän mukainen. Data ladattiin ajalta 28.4.2019 – 4.11.2019 (huomioiden olosuhdedataan tehty suodatus), ja se saatiin suoraan csv-muodossa, jossa sitä on mahdollista käsitellä tarkemmin. Ulkoilma-datalle tehtiin kolme operaatiota Power BI:n Power Query -vaiheessa. Datasta poistettiin tarpeeton sarake 'Aikavyöhyke' ja siihen lisättiin indeksointi myöhempää vaihetta varten. Indeksointi tarkoittaa, että taulukon mittaustuloksille annettiin järjestysnumero ajanhetken mukaan kasvavassa järjestyksessä. Kolmas operaatio oli alkuarvojen muuntaminen käsiteltävään muotoon.

Integrointi ja muuntaminen

Suodatusoperaatioiden kautta tehdyn datan puhdistamisen jälkeen olosuhdedata muunnettiin Power BI -ohjelmassa muotoon, jossa arvoja on mahdollista käsitellä eteenpäin ja suorittaa niille myöhemmin haluttuja toimintoja. Olosuhdedatan osalta taulukon kahdeksan arvot muunnettiin seuraaviin muotoihin:

- DeviceId: text
- DateTime: Date/Time
- Temperature: Decimal Number
- Humidity: Decimal Number
- CO2: Whole Number
- Osoite: Text
- Tila: Text

Tämän jälkeen taulukossa 8 esitettyjä sarakkeita muunnettiin siten, että aikaleimaan lisättiin kaksi tuntia, jotta saatiin uusi sarake 'LocalTime'. Tämä sisälsi aikaleiman jokaiselle mittaustulokselle paikallisessa ajassa. Lisäksi jokaiselle sensorille tehtiin erikseen mittaustulosten indeksointi yhdestä eteenpäin kasvavassa järjestyksessä. Indeksointi tehtiin sensorikohtaisesti, eli mittaustulokset järjestettiin ajanhetken mukaan kasvavaan järjestykseen. 'LocalTime'-sarakkeen avulla luotiin myös uusi sarake 'NearestHour', jossa jokaisen mittaustuloksen aikaleima pyöristettiin lähimpään tasatuntiin. Tämä tehtiin, jotta ulkoilmadatan mittaustulokset pystyttiin integroimaan olosuhdedatan kanssa. Toinen taulukkoon lisätty aikaan liittyvä suure oli viikkonumeron kertova sarake

'Weeknum', johon lisättiin mittauksen aikaleiman perusteella kyseisen viikon viikkonumero.

Taulukon 9 mukaiselle ulkoilmadatalle tehtiin muunnosoperaatio, jossa omissa sarakkeissaan olevat aikaleimaan liittyvät suureet yhdistettiin yhdeksi aikaleimaksi vastaamaan olosuhdedatan 'DateTime'-aikaleiman muotoilua. Tämän lisäksi myös ulkoilmadatan aikaleimaan lisättiin kaksi tuntia, jotta saatiin aikaleima paikallisessa ajassa 'LocalTime'.

Sarakkeet muunnettiin seuraaviin muotoihin:

- Suhteellinen kosteus (%): Whole Number
- Ilman lämpötila (degC): Decimal Number
- LocalTime: Date/Time

5.4.2 Tiedon louhinta

Koska sisäilman olosuhteille asetettiin rajaksi S1-taso, aloitettiin varsinainen analysointi laskemalla ulkoilman lämpötilalle 24 tunnin liukuva keskiarvo. Keskiarvo laskettiin jokaiselle mittaustulokselle erikseen, ja se saatiin datalle tehdyn indeksoinnin avulla käyttäen kaavaa 1,

$$t_{u24h} = \frac{\sum_{N-23}^N t_u}{24} \quad (1)$$

jossa N on kyseisen mittauksen indeksi ja t_u on ulkoilman lämpötila indeksin mukaisella ajanhetkellä. Kaavalla 1 lasketut 24 tunnin keskiarvot jokaiselle ulkoilman mittaustulokselle pystyttiin liittämään olosuhdedataan omaksi sarakkeekseen 'Ulkoilman lämpötila' yhdistämällä olosuhdedatalle aiemmin luotu tasatunteihin pyöristetty sarake ulkoilman mittausten aikaleimoihin. Kaavan 1 avulla laskettiin myös sisäilmalle liukuva 24 tunnin keskiarvo erikseen jokaiselle anturille datan visualisointia varten.

Kun ulkoilman lämpötila oli saatu laskettua, pystyttiin muodostamaan säännöstö poikkeuksille datassa ja laskemaan kunkin mittaustuloksen kohdalla, onko tulos ollut sallittujen poikkeamarajojen sisäpuolella. Poikkeamien rajoina käytettiin alaluvussa 5.2.3. kuvailtua S1-tasoista sisäilmaa. Koska lämpötila vaihtelee päivän aikana, on tiettyjen rajojen asettaminen vaihtelulle järkevämpää kuin lämpötilan vertaaminen kiinteään lämpötilaan. Rajojen sisällä pysymistä tutkittiin muodostamalla S1-tasaisen sisäilman määritelmästä 5 erilaista sääntöä lämpötilalle. Säännöt ovat yksinkertaisia, ja ne palauttavat aina

totuusarvon, joka kertoo, onko tarkasteltava mittaustulos S1 -lämpötilarajojen ulkopuolella. Jos totuusarvo on tosi, luokitellaan mittaustulos poikkeamaksi lämpötilarajoista, ja vastaavasti epätosi tarkoittaa rajojen sisäpuolella olevaa mittausta. Pseudokoodina esitettyinä säännöt muodostuivat kaavojen 2-6 mukaan seuraavasti:

// Sääntö 1

```
if (t_u24h <= 0)
    if ((t+tm < 20,5 + Tpre) OR (t-tm>22,5+Tpre)           (2)
        return True
    else
        return False
```

// Sääntö 2

```
if (t_u24h <= 15 AND t_u24h > 0)
    if (t-tm > 22,5 + 0,166*t_u24h + Tpre)                 (3)
        return True
    else
        return False
```

// Sääntö 3

```
if (t_u24h <= 20 AND t_u24h > 0)
    if (t+tm < 20,5 + 0,075*t_u24h+Tpre)                   (4)
        return True
    else
        return False
```

```
// Sääntö 4

if (t_u24h > 15)

    if (t-tm >25 + Tpre)                                (5)

        return True

    else

        return False
```

```
// Sääntö 5

if (t_u24h > 20)

    if (t+tm <22 + Tpre)                                (6)

        return True

    else

        return False
```

Kaavojen 2-6 pseudokoodissa muuttuja 't_u24h' kuvaa ulkoilman lämpötilan liukuvaa 24 tunnin keskiarvoa mittaushetkellä, eli muuttujaa, joka laskettiin edellisessä vaiheessa. Muuttuja 't' puolestaan tarkoittaa sisäilman mitattua lämpötilaa kyseisellä ajanhetkellä, ja 'tm' on mittaustuloksen virhemarginaali, joka saatiin valmistajan ilmoittaman mittaus-tarkkuuden perusteella. Virhemarginaali oli kyseisille antureille lämpötilan osalta 0,2 °C. Muuttuja 'Tpre' on tilalle yksilöllisesti asetettava arvo, joka voi olla mikä tahansa arvo väliltä $\pm 1,5$. Oletusarvoisesti 'Tpre' on kuitenkin 0, ja koska työssä ei ollut tietoa käyttäjien preferenssistä, käytettiin arvoa 0.

Kaavoista 2-6 tulee huomata myös, että varmuuden vuoksi virhemarginaalin oletetaan aina olevan edullinen rajojen sisällä pysymisen kannalta. Marginaali kasvattaa aina siis rajoja suuntaan, jossa mittaustuloksen täytyy olla yli virhemarginaalin verran ulkona rajoista, jotta se luokiteltaisiin poikkeukseksi. Lisäksi kuvatut säännöt ovat toisensa pois-sulkevia siten, että vain yksi sääntö voi olla kerrallaan tosi. Tämä tarkoittaa, että joko kaikki ovat epätosia, tai yksi viidestä säännöstä on tosi ja muut epätosia.

Kun totuusarvot oli laskettu kaavojen 2-6 mukaan jokaiselle lämpötilamittaukselle, kaikille näille säännöille luotiin oma sarake taulukkoon. Tämän jälkeen nähtiin, oliko kyseinen mittaustulos ollut poikkeava vai rajojen sisäpuolella. Jos mittaustulos oli luokiteltu poikkeamaksi, laskettiin sille seuraavaksi poikkeaman suuruus. Tämän tarkoituksena oli luokitella poikkeamat eri tasoille, jotta myöhemmin voidaan visualisoidessa välittää

enemmän tietoa poikkeamista. Rajat poikkeamien luokitteluun asetettiin mielivaltaisesti, sillä tarkoitus oli demonstroida ideaa tarkkaan harkitun luokittelun sijaan. Poikkeamien suuruus eri säännöille laskettiin kaavojen 7-13 mukaisesti pseudokoodina esitettynä.

```
// Poikkeamien suuruuden luokitteluun tarkoitettu funktio
```

```
funktio poikkeaman_suuruus(poikkeama):
```

```
    if (poikkeama <= 1,5) (7)
```

```
        return "Lievä poikkeama"
```

```
    else if (poikkeama < 4)
```

```
        return "Merkittävä poikkeama"
```

```
    else if (poikkeama >= 4)
```

```
        return "Hälyttävä poikkeama"
```

```
// Poikkeaman suuruus säännölle 1, tapaus a
```

```
if (sääntö1 = True && t+tm < 20,5+Tpre)
```

```
    poikkeama = 20,5+Tpre-(t+tm) (8)
```

```
// Poikkeaman suuruus säännölle 1, tapaus b
```

```
if (sääntö1 = True && t-tm > 22,5+Tpre)
```

```
    poikkeama = (t-tm)-(22,5+Tpre) (9)
```

```
// Poikkeaman suuruus säännölle 2
```

```
if (sääntö2 = True)
```

```
    poikkeama = (t-tm)-(22,5+Tpre + 0,166*t_u24h) (10)
```

```
// Poikkeaman suuruus säännölle 3
```

```
if (sääntö3 = True)
```

```
    poikkeama = 20,5 + Tpre + 0,075*t_u24h -(t+tm) (11)
```

```
// Poikkeaman suuruus säännölle 4
```

```
if (sääntö4 = True)
```

$$\text{poikkeama} = t - t_m - (25 + T_{pre}) \quad (12)$$

```
// Poikkeaman suuruus säännölle 5
```

```
if (sääntö5 = True)
```

$$\text{poikkeama} = 22 + T_{pre} - (t + t_m) \quad (13)$$

Poikkeaman suuruus laskettiin kullekin virheelle kaavojen 8-13 avulla, ja poikkeamat luokiteltiin tämän jälkeen kaavan 7 mukaisesti. Kuten kaavasta 7 nähdään, luokittelussa käytettyinä mielivaltaisina luokkina oli "Lievä poikkeama" ($\text{poikkeama} \leq 1,5$), "Merkittävä poikkeama" ($1,5 < \text{poikkeama} < 4$) ja "Hälyttävä poikkeama" ($\text{poikkeama} \geq 4$). Jos mittaustuloksessa ei havaittu poikkeamaa, merkittiin mittauksen arvoksi "Hyvä". Koska vain yksi poikkeus voi olla tosi kerrallaan, saadaan mittaustuloksen arvoksi jokin edellä kuvatuista tasoista. Kaavoissa muuttuja 'sääntö', esimerkiksi 'sääntö1' tarkoittaa kaavalla 2 laskettua totuusarvoa ja muuttuja 'poikkeama' laskettua eroa poikkeaman lähimmästä rajasta. Muutoin kaavoissa 8-13 käytetyt muuttujat ovat samat kuin kaavoissa 2-6. Huomioitava on, että "Merkittävä poikkeama" ei tarkoita tässä tapauksessa tilastollisesti merkittävää poikkeamaa, vaan se on vain kolmiportaisessa luokittelussa keskimäinen luokka.

Koska S1-tasoisien sisäilman määritelmässä on maininta lämpötilan säilyvyydestä käyttöaikana, valittiin kiinteistön käyttöajaksi mielivaltaisesti klo 06:00-22:00. Tämä tarkoittaa, että olosuhdepoikkeamia ei havainnoitu kyseisen ajan ulkopuolella, sillä lähtökohteisesti liikekiinteistöjen lämpötiloja saatetaan alentaa yöaikaan, ja tämä voi näyttäytyä raportissa poikkeamana olosuhteista, vaikka todellisuudessa kyse on tarkoituksenmukaisesta säätelystä. Jos mittauksen ajanhetki oli aikaikkunan ulkopuolella, asetettiin mittauksen arvoksi 'None', jolloin sitä ei otettu huomioon myöhemmässä tarkastelussa.

Toteuttamalla poikkeamien luokittelu saatiin olosuhdetaulukkoon uusi sarake 'MittauksenTaso'. Tämän jälkeen poikkeamat jaettiin vielä erikseen ylityksiin ja alituksiin, jotta saatiin lisäinformaatiota myöhempiä vaiheita varten. Poikkeamat jaettiin sen perusteella, oliko sallituista lämpötilarajoista poikettu ylöspäin vai alaspäin. Tämä jaottelu tehtiin tarkastelemalla, millaisen luokituksen mittaus oli saanut kaavojen 7-13 mukaisesti. Kaavat 9, 10 ja 12 viittaavat ylitykseen, ja 8, 11 ja 13 viittaavat alitukseen. Jaottelussa tutkittiin mitä edellä mainitut kaavat olivat palauttaneet, ja jos arvo oli muuta kuin "Hyvä", merkat-

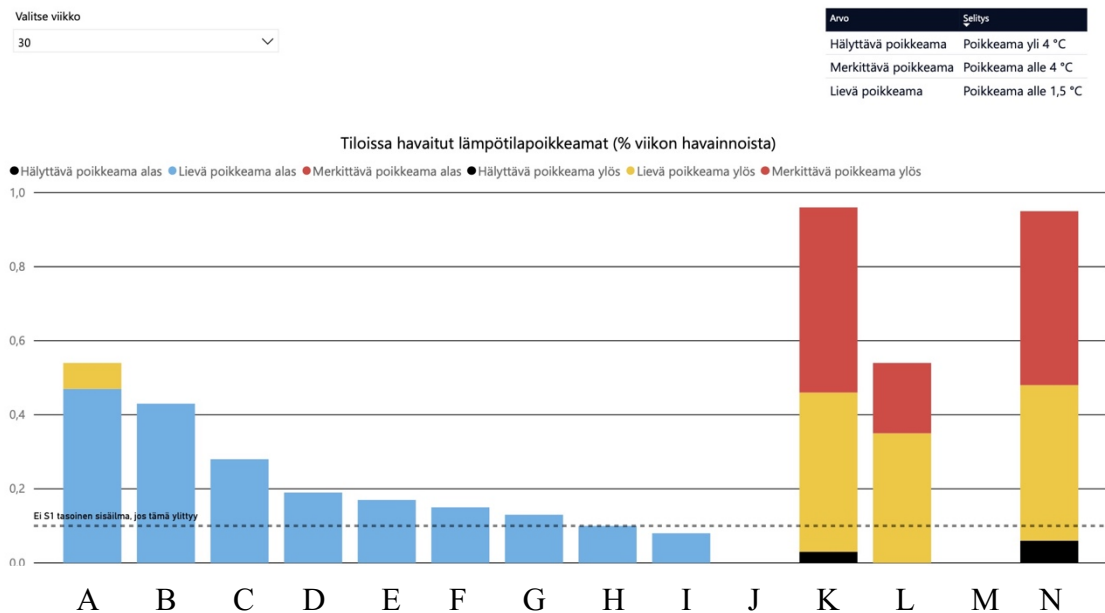
tiin ylitys tai alitus todeksi. Tämän jälkeen tulokset laskettiin yhteen anturikohtaisesti jokaiselle päivälle, eli luotiin seitsemän eri saraketta 'N_Hyvä', 'N_Lievä_alitus', 'N_Merkittävä_alitus', 'N_Hälyttävä_alitus', 'N_Lievä_ylitys', 'N_Merkittävä_ylitys' ja 'N_Hälyttävä_ylitys'. Näihin sarakkeisiin laskettiin päiväkohtaisesti, montako kyseisen tason poikkeamaa oli ollut päivän aikana. Arvon 'None' saaneet mittaustulokset jätettiin siis tässä vaiheessa tarkastelun ulkopuolelle.

Päiväkohtaisten poikkeamien laskemisen jälkeen olosuhdedatan taulukko summaaritiin uuteen taulukkoon 'Dailyresults', jossa oli yhdistetty anturikohtaisesti mittaustulokset jokaiselle päivälle. Tässä vaiheessa ei siis käytetty enää alkuperäisiä mittausten aikaleimoja. Päiväkohtaisten arvojen perusteella laskettiin jokaiselle päivälle jokaisen poikkeamatyyppin prosentuaalinen osuus päivän yhteenlasketuista mittauslukemista. Prosentuaalisille osuuksille tehtiin omat sarakkeensa 'Dailyresults'-taulukkoon. Prosentit laskettiin siksi, että antureiden syöttämien mittausten lukumäärästä ei voitu olla täysin varmoja, eli prosentuaalisen osuuden kautta tarkastelu teki eri antureiden vertailusta selkeämpää. Prosenttien laskeminen saatiin jakamalla kyseisten havaintojen lukumäärä vuorokauden havaintojen kokonaismäärällä.

Päiväkohtaisten prosentuaalisten poikkeamien laskemisen jälkeen käytettiin näitä arvoja viikkokohtaisten prosentuaalisten poikkeamien laskemiseen. Viikkokohtainen prosentuaalinen osuus jokaiselle poikkeamalle saatiin laskemalla keskiarvo jokaiselle kyseisen viikon aikana havaitulle poikkeamatyyppille. Viikkokohtainen prosentuaalinen osuus laskettiin kaikille sensoreille jokaiselle viikolle, koska näin sensoreista saatiin vertailukelpoisia keskenään

5.4.3 Tiedon esittäminen

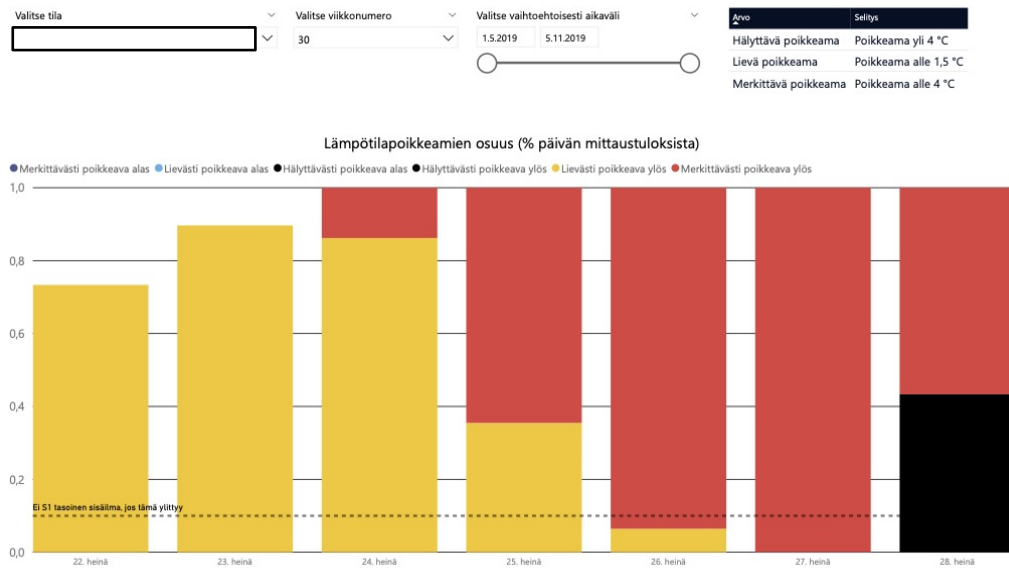
Edellisessä alaluvussa kuvatus tiedon louhinnan jälkeen siirryttiin tiedon visualisointiin, jossa laskettu tieto visualisoitiin Power BI:n 'Report'-osiossa. Raporttiin muodostettiin neljä eri välilehteä, joissa visualisoitiin eri asioita edellä analysoidusta datasta. Raportin välilehdet ja niiden sisältö on esitelty seuraavissa kuvissa 12-15.



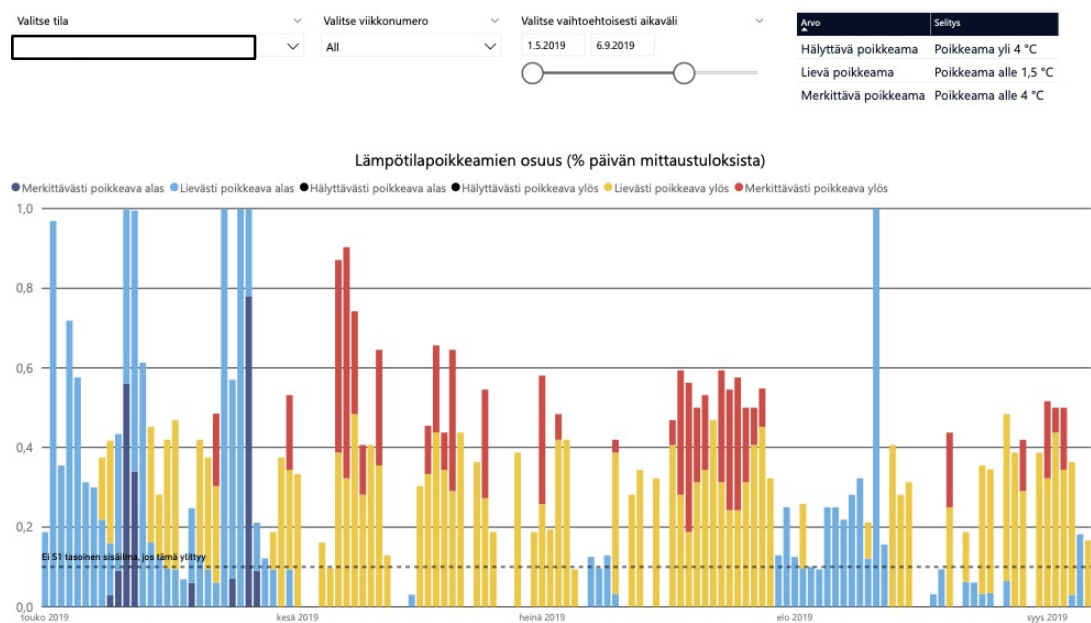
Kuva 12. Raportin välilehti 1, viikottaiset havainnot (anonymisoitu)

Kuvassa 12 on esitetty raportin ensimmäinen välilehti, 'Viikottaiset havainnot'. Välilehden pylväsdiagrammit kuvaavat kukin Salo IoT Campuksella sijaitsevien eri yritysten tiloja, ja pylväsdiagrammissa on esitetty lämpötilapoikkeamien prosentuaalinen osuus viikon aikana tehdyistä havainnoista. Diagrammissa on siis visualisoitu kaikki kuusi eri poikkeamatyyppiä tilakohtaisesti siten, että y-akseli kuvaa eri poikkeamien osuutta viikon kokonaishavainnoista ja x-akselin arvot ovat eri yrityksiä. Värikoodit pylväissä kuvaavat poikkeaman tasoa, ja siirtämällä hiiren palkin päälle saa raportin tulkitsija lisätietona poikkeaman tarkan prosentuaalisen osuuden ja tyypin. Vasemmasta yläkulmasta pystyy valitsemaan haluamansa viikon tarkasteluun, ja oikealla yläkulmassa oleva taulukko kuvaillee poikkeamien rajat.

Kuvan 12 mukaisesta diagrammista nähdään esimerkiksi, että tiloissa J ja M lämpötila on ollut 100% ajasta asetettujen S1 rajojen sisäpuolella, sillä näissä tiloissa poikkeamien osuus on 0% kokonaishavainnoista. Tiloissa A-I puolestaan on esiintynyt lieviä poikkeamia (alle 1,5 °C) alaspäin alarajasta noin 8%-50% tiloissa tehdyistä havainnoista. Isoimmat poikkeamat havaitaan tiloissa K ja N. Esimerkiksi tilassa N lämpötila on ollut hälyttävästi poikkeava (yli 4 °C) ylöspäin noin 5% ajasta ja merkittävästi poikkeava (yli 1,5 °C ja alle 4 °C) noin 50% ajasta. Lähes loput ajasta lämpötila on ollut kyseisessä tilassa lievästi poikkeava ylöspäin, eli tilojen olosuhteet ovat olleet selkeästi heikot. S1-tason säilyttääkseen poikkeamien määrä tilassa tulisi olla alle 10% havainnoista. Kuvan 12 tiloista kyseisellä tarkasteluviikolla vain neljä tilaa pääsee näihin lukemiin.



Kuva 13. Raportin välilehti 2, tilakohtaiset poikkeamat (anonymisoitu)



Kuva 14. Raportin välilehti 2, erilainen data

Kuvassa 13 on esitetty raportin 2. välilehti 'Tilakohtaiset poikkeamat'. Välilehdellä on esitetty tietyssä tilassa, tietyllä aikavälillä havaitut poikkeamat. Poikkeamien havainnollistaminen on tehty samoin kuin kuvan 12 mukaisessa raportissa sillä erolla, että kuvan 13 x-akselilla on havainnon päivämäärä 'Dailyresults'-taulusta ja y-akselilla samasta taulusta koostetut päivittäisiä prosentiosuuksia kuvaavat arvot. Käyttäjä voi valita välilehden vasemmasta yläreunasta haluamansa tilan tarkasteluun ja ylhäällä olevista vaihtoehtoista voi haluamansa aikavälin. Näin ollen yläreunan valinnat suodattavat visualisoitavaa dataa ajan ja tilan mukaan. Kuvassa 13 on visualisoitu yrityksen N tiloissa havaitut

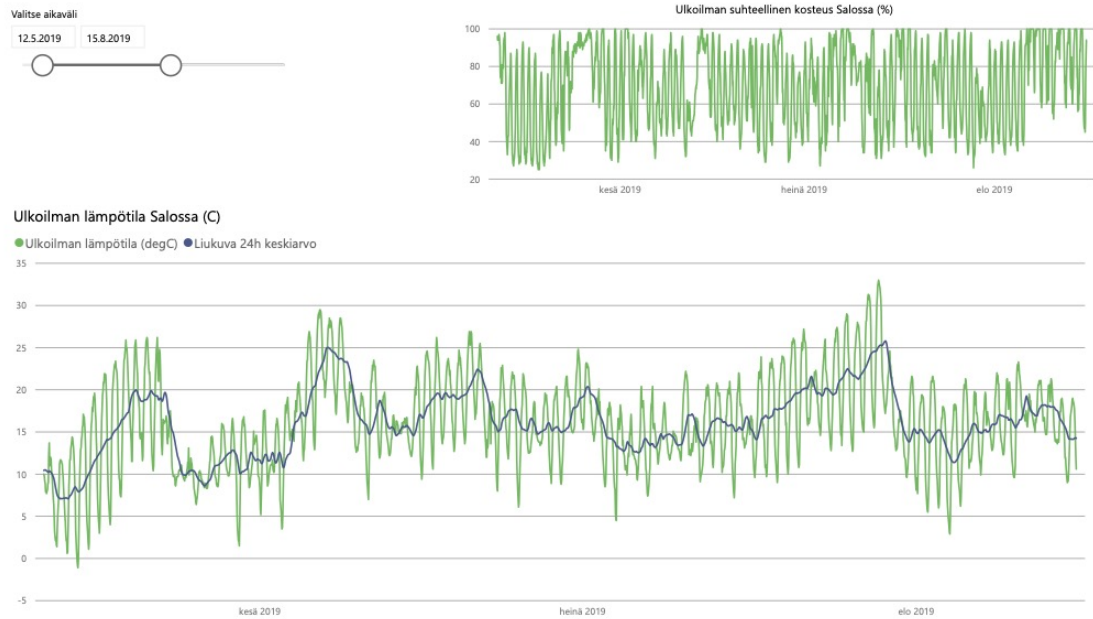
poikkeamat viikolle 30. Kuvasta esimerkiksi nähdään, että lämpötila on ollut poikkeuksellinen lähes jokaisessa kyseisen viikon mittaustuloksessa. Kuvasta havaitaan, että lämpötila on noussut loppuviikkoa kohti ja 27.7. 100% mittaustuloksista on ollut merkittävän korkeita ja 28.7. lämpötila on ollut lähes 50% ajasta hälyttävästi liian korkea. Loput ajasta lämpötila on ollut merkittävästi liian korkea.

Kuvassa 14 on esitelty sama raportin välilehti kuin kuvassa 13, mutta tässä visualisoinnin aikajänne on pidempi ja tarkasteltava tila on eri. Kuvassa aikajänteeksi on valittu aika toukokuusta syyskuuhun. Kuten kuvasta nähdään, tarkasteltavassa tilassa on havaittu erilaisia poikkeamia varsin vaihtelevasti tarkasteltavan ajanjakson aikana. Esimerkiksi heinäkuun lopulla on ollut päiviä, jolloin lämpötila on ollut lievästi ja merkittävästi liian korkea yhteensä noin 40% päivien mittaustuloksista, kun taas toukokuun alussa lämpötila on ollut lievästi liian matala noin 20-40% päivittäin.



Kuva 15. Raportin välilehti 3, olosuhteet sisällä (anonymisoitu)

Kuvassa 15 on esitetty raportin välilehti 3, joka havainnollistaa valitun sisätilan olosuhteita halutulla aikavälillä. Raporttiin piirtyvät lämpötila, ilmankosteus ja hiilidioksidihavainnot. Vasemmalla olevaan kuvaajaan on piirretty tiloissa mitattu lämpötiladata, lämpötilan liukuva 24 tunnin keskiarvo, sekä lämpötilapoikkeamien yläraja ja alaraja. Nämä suureet on piirretty ajan funktiona. Oikealla olevat kuvaajat kertovat vastaavasti ilmankosteuden ja hiilidioksidin mittaustulokset ajan funktiona. Ylhäällä olevista valikoista voi vaihtaa visualisoinnin kohteena olevaa tilaa ja aikaväliä.



Kuva 16. Raportin välilehti 4, ulkoilman olosuhteet

Kuvassa 16 on raportin 4. välilehti 'Ulkoilman olosuhteet'. Välilehdellä on piirretty ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus omiin kuvaajiinsa ajan funktiona. Lisäksi lämpötilan kuvaajaan on piirretty lämpötilalle laskettu liukuva 24 tunnin keskiarvo. Oheisesta kuvaajasta nähdään esimerkiksi, että vuorokauden keskilämpötila on ollut heinäkuun lopulla ja kesäkuun alkupuolella yli 20 astetta, kun taas elokuussa keskilämpötila on pudonnut 15-20 asteen välille.

6. KONSTRUKTIO

Tässä luvussa esitellään edellisessä luvussa muodostettu OKH:n konstruktio ja sen potentiaalisesti tuottama arvo kiinteistön osapuolille. Lisäksi luvussa esitellään OKH:n validointi sekä asiantuntija-arvion että palautedatan perusteella.

6.1 Konstruktio kuvaus

Työn empiirisessä osuudessa muodostettiin lopputulemana konsepti OKH:lle. Kyseessä on tässä tapauksessa raportti, joka havainnollistaa kiinteistön lämpötilalle asetetuista rajoista havaitut poikkeamat. Raportin välilehtien sisältö on kuvailtu tarkasti alaluvussa 5.3.3. Ensisijaisena käyttötarkoituksena raportti on karkean tason versio palvelukonseptista, jonka avulla kiinteistöhuolto-yhtiö voi tarkkailla kiinteistön olosuhteita ja havaita tämän perusteella huollon tarpeita tai esimerkiksi energiansäästökohteita kiinteistön tiloissa. Laadittu raportti on askel kohti automaattisten vikailmoitusten käyttöönottoa kiinteistössä, eli tilannetta, jossa tilojen käyttäjän tai kiinteistön omistajan ei tarvitsisi huolehtia vikailmoitusten tekemisestä, vaan poikkeamat havaittaisiin etänä ja niihin voitaisiin puuttua nopeasti tai jopa ennakoivasti.

Toinen käyttötarkoitus muodostetulle OKH:lle voisi tulevaisuudessa olla datan jakaminen avoimesti kiinteistön osapuolten kesken. Jos tilakohtainen raportti olisi saatavilla huolto-yhtiölle, kiinteistön omistajalle, tilan vuokralaiselle ja tilan käyttäjille, herättäisi tämä luottamusta tahojen kesken ja datan avulla voitaisiin pyrkiä keskustelemaan avoimesti olosuhteisiin liittyvistä epäkohdista. Esimerkiksi kiinteistön omistaja voisi luvata vuokralaiselle tietyn tasoiset tai tiettyjen rajojen sisäpuolella yksilöivät olosuhteet kiinteistön tiloissa, ja datan avulla voitaisiin varmentaa olosuhteiden säilyvyys ja ilmanlaatu. Huolto-yhtiö puolestaan voisi tällöin luvata kiinteistön omistajalle säilyttää vuokralaiselle luvatut olosuhteet ja taata esimerkiksi tietyn palvelutason ongelmien havainnointiin. Palvelutasolla tarkoitetaan esimerkiksi huollon vasteaikaa. Käyttäjät voisivat datan pohjalta tarkastella myös esimerkiksi, missä osassa kiinteistöä on heille mieluisa työskentelylämpötila, ja hakeutua tällaiseen paikkaan.

Vaativuutena S1-tasoiselle sisäilmalle oli muodostetussa konstruktiossa pysyä asetettujen rajojen sisäpuolella 90% käyttöajasta. Kyseisten rajojen käyttäminen aiheutti raporttiin runsaina lievinä poikkeamina alaspäin, mikä johtui ensisijaisesti siitä, että ilman

lämpötila oli keskimäärin hieman S1-rajoja matalampi. Rajojen säätäminen tilakohtaisesti olisikin ensisijaista konseptin jalostamiseksi eteenpäin, sillä nyt ei voida tietää, koetaanko lämpöolosuhteet mukavaksi vai onko niissä kehittämistä.

6.2 Konstruktion rajojen arviointi palautedatalla

OKH:lle asetettujen rajojen oikeellisuutta pyrittiin arvioimaan palautedatan perusteella. Oletuksena oli, että heikkoa palautetta sisäilmasta antaneiden yritysten tiloissa esiintyisi muita tiloja enemmän olosuhdepoikkeamia tai näissä tiloissa ainakin havaittaisiin runsaasti poikkeamia. Arviointi aloitettiin tutustumalla palautedataan ja valitsemalla sen perusteella arviointiin kiinnostavat olosuhdeanturit konstruktiossa käytettyjen antureiden joukosta. Kiinnostavaa oli erityisesti, jos kiinteistön vuokralainen oli kokenut, ettei sisäilma ole ollut hyvällä tasolla. Tämä tietäen voitiin tutkia tarkemmin kyseisen vuokralaisen tilojen olosuhteita ja tutkia, oliko näissä tiloissa ilmennyt asetettujen rajojen puitteissa olosuhdepoikkeamia. Tämän tarkoituksena oli yksinkertaisesti arvioida, onko asetettu säännöstö tarkoituksenmukainen, vai tulisiko rajoja muuttaa. Tulee huomioida, että palautepohjaisen arvioinnin tarkoituksena ei ollut todistaa huoltotarpeiden esiintymistä kiinteistön osissa tiettyjen olosuhteiden vallitessa, sillä sellainen tieto vaatisi dataa, jota ei ole saatavilla (esimerkiksi yksityiskohtaista dataa tehdyistä huoltotoista).

Epäolennaisista vastauksista puhdistetun palautedatan avulla valittiin konstruktion validointiin 5 sensoria. Sensoreiden valitsemisen kriteerinä oli se, että palautetta antaneen yrityksen tiloissa on olosuhdesensori ja yritys on antanut joko sanallista palautetta toimintilojensa heikosta ilmasta tai heikon arvosanan (5/10 tai alle) sisäilman laadusta tarkasteluvälillä. Yritys on tällöin siis kokenut, että olosuhteet eivät ole olleet optimaaliset hänen tiloissaan tarkasteltavana ajanjaksona. Datasta jätettiin huomiotta muutama selkeästi irrelevantti palaute, eli palaute, jossa vastaaja on antanut kaikkiin kysymyksiin huonon arvosanan perusteenaan jokin sisäilmaan liittymätön asia. Taulukossa 12 on tiivistetty konstruktion rajojen arviointiin käytetty palautedata.

Taulukko 12. *Tutkimukseen liittyvä palautedata*

| Pvm | Yritys | Sisäilman laatu (0-10) | Avoim palaute |
|-----------|--------|------------------------|--|
| 15.5.2019 | A | 7 | |
| 29.5.2019 | B | 4 | |
| 29.5.2019 | C | 4 | |
| 29.5.2019 | A | 2 | |
| 31.5.2019 | D | 0 | |
| 31.5.2019 | D | 7 | |
| 31.5.2019 | E | 5 | Palautetta toimitilojen kuumuudesta |
| 3.6.2019 | F | 8 | |
| 3.6.2019 | A | 1 | |
| 7.6.2019 | A | 1 | |
| 10.6.2019 | G | 10 | |
| 10.6.2019 | F | 7 | |
| 10.6.2019 | G | 6 | |
| 19.6.2019 | A | 4 | |
| 19.6.2019 | A | 5 | Palautetta huonosta sisäilmasta |
| 19.6.2019 | A | 2 | |
| 20.6.2019 | E | 0 | Palautetta toimitilojen huonosta sisäilmasta |
| 16.9.2019 | C | 4 | |
| 23.9.2019 | D | 7 | |

Taulukosta 12 havaitaan, että niiden yritysten joukosta, joiden toimitiloissa on olosuhteita tarkkaileva anturi, kriittistä palautetta olosuhteista (sisäilman laatu on arvioitu olevan 5/10 tai alle) on antanut tarkasteluajanjaksona 5 yritystä 12 palautteen muodossa. Palautteen joukosta yritykset E ja A ovat antaneet avoimen datan perusteella sanallista palautetta heidän omien toimitilojensa sisäilmasta ja molemmat ovat antaneet palautetta myös useammin kuin kerran. Muiden yritysten antamien palautteiden kohdalla huomiotavaa on se, että numeerinen palautedata on luonteeltaan tulkinnanvaraista eikä siitä voida osoittaa esimerkiksi, koskeeko palaute yksinomaan yrityksen toimitiloja vai koko kiinteistöä ylipäätään ja onko heikko arvosana annettu kyseisellä hetkellä vallitsevien olosuhteiden johdosta vai yleisesti kiinteistön olosuhteista pitkällä aikavälillä arvioiden. Kuitenkin koska tarkemman palautedatan kerääminen ei ollut diplomityön puitteissa realistista, valittiin tarkasteluun edellä mainittu ongelma tiedostaen sensorit A, B, C, D ja E.

Arviointi suoritettiin vertaamalla valittujen tilojen olosuhteita muissa tiloissa vallinneisiin olosuhteisiin, ja tätä kautta pyrittiin saamaan vahvistusta, vastaavatko laaditut olosuhterajat todellisuudessa hyväksi ja huonoksi miellettyjä olosuhteita. Hypoteesiksi asetettiin, että toistuvat, yli 1,5 °C poikkeamat olosuhterajoista (eli OKH:ssa asetetun luokituksen mukaan merkittävät poikkeamat) koettaisiin selkeästi jo huonoksi sisäilmaksi. Kyseistä 1,5 °C poikkeamarajaa käytettiin, koska kaikissa tiloissa oli pieniä poikkeamia alaspäin ja tästä syystä pienien poikkeamien tarkastelu ei olisi ollut mielekäästä. Validoinnissa tarkasteltiin yritysten A-E tiloissa havaittuja merkittäviä tai hälyttäviä poikkeamia heidän antamansa palautteen ajankohtana ja pyrittiin täten löytämään vahvistusta hypoteesille.

Hypoteesin testaus suoritettiin laskemalla kaikille tiloille merkittävien ja hälyttävien poikkeamien prosentuaalinen osuus viikkojen 18-25 ajalta (viikot, joina palaute oli annettu). Lasketut poikkeamat on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. *Yli 1,5 asteen poikkeamien prosentuaalinen osuus tilojen lämpötilahavainnoista*

| | Yli 1,5 asteen prosentuaalinen osuus havainnoista (tilakohtaisesti) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|------|------|------|------|---|---|---|---|------|---|---|---|--|
| Ajanjakso (viikko) | A | B | C | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 19 | 0 | 0,15 | 0,01 | 0,06 | 0,16 | 0 | 0 | | 0 | 0,15 | 0 | 0 | 0 | |
| 20 | 0 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,11 | 0 | 0 | | 0 | 0,13 | 0 | 0 | 0 | |
| 21 | 0 | 0,15 | 0,05 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | | 0 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | |
| 22 | 0 | 0,04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 23 | 0 | 0,21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 24 | 0 | 0,04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 25 | 0 | 0,11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Poikkeamat yht | 0 | 0,71 | 0,09 | 0,07 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | |

Taulukosta 13 havaitaan, että tiloissa A-E on havaittu enemmän merkittäviä olosuhdepoikkeamia tarkasteluajana kuin tiloissa F-L, mikä kertoo, että rajat ovat oikean suuntaiset. Kuitenkin avoimella palautteella tilojensa lämpötilaa kritisoineiden yritysten A ja E tiloissa ei ilmennyt lainkaan merkittäviä lämpötilapoikkeamia, kun taas yrityksen I tiloissa ilmeni toiseksi eniten poikkeamia, vaikkei kyseisestä tilasta ole palautetta ollenkaan. Tulleekin huomioida, että lämpötilan kokeminen on yksilöllistä ja näin pienen palautetiedon perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä suuntaan tai toiseen. Esimerkiksi yritysten A ja E edustajat saattavat kokea jopa pienen lämpötilaheiton negatiiviseksi, jos he eivät voi vaikuttaa siihen haluamallaan tavalla. Yrityksen I edustajat eivät puolestaan ole ehkä olleet motivoituneita antamaan palautetta olosuhteista ollenkaan. Toisaalta tilassa I on mahdollista, että viikkojen aikana, jolloin olosuhteet ovat olleet poikkeukselliset, ovat yrityksen edustajat olleet poissa työpaikalta.

Edellä kuvatut esimerkit kuvastavat sopivien lämpötilarajojen arvioinnin ongelmaa. Rajojen arviointi luotettavasti vaatisi täsmällistä tietoa siitä, milloin olosuhteet koetaan hyväksi ja milloin huonoksi. On kuitenkin varsin yleistä, että palautetta annetaan, kun olosuhteissa on jotain isosti pielessä, joten tietoa siitä, milloin olosuhteet ovat hyvät tai hieman heikot on vaikeampi saada. Voidaan todeta, että S1-tasoisessa sisäilmassa lämpötilan tulisi olla henkilökohtaisen preferenssin mukaan asetettavissa tiettyjen rajojen sisäpuolella, eli jos käyttäjä kokee ilman huonoksi, olisi muutosten tekeminen tarpeellista kiinteistön omistajan näkökulmasta. Yksityiskohtaisen säätömahdollisuuden olemassaolosta ei kuitenkaan ollut varmuutta kohdeasiakkaan tiloissa.

6.3 Konstruktion arviointi pilotoinnilla

Toinen OKH:n arviointimenetelmä oli pilotointi kohdeyrityksen edustajien kanssa. Pilotti tapahtui asiantuntija-arviona, eikä se sisältänyt kontaktia asiakkaan kanssa. Konstruktii-visessa tutkimusotteessa testaus voidaan jakaa kahteen osaan, heikkoon ja vahvaan markkinatestiin (Kasanen et al. 1991). Heikolla testillä tarkoitetaan testiä, jossa kartoitetaan yrityksen päätöksentekijöiden halukkuutta ottaa konstruktiio käyttöön todellista tilannetta varten. Vahvalla testillä puolestaan viitataan testiin, jossa sovelluksen tulee olla käyttöönotettu todellisessa asiakasrajapinnassa ja sen käyttämisestä täytyy olla todennettavissa hyöty. Tässä työssä tehdyssä pilotoinnissa ei saatu asiakkaan mielipidettä mukaan eikä palvelua voitu myöskään testata käytännössä kiinteistön vuokralaisen kanssa, joten kyseessä oli heikko markkinatesti.

Asiantuntija-arviointiin osallistui kohdeyrityksen puolelta kolme tahoa: henkilö, jonka vastuulla raportin tarkkailu voisi olla, digitaalisista palveluista vastaava henkilö sekä data-analytiikan osaaja, eli henkilö, joka voisi teknisesti implementoida laaditun raportin yrityksen tietojärjestelmiin. Pilotointi tapahtui tutkimuksen loppuvaiheessa kohdeyrityksen energianhallintakeskuksessa, jonka funktio on valvoa eri kiinteistöjä keskitetysti pääosin automaatiojärjestelmien kautta. Arvioinnin tarkoituksena oli pohtia OKH:n hyödyllisyyttä kohdeyritykselle ja muodostaa ajatuksia konseptin käyttökohteista sekä tulevaisuuden potentiaalista.

Arviointitilaisuus rakentui karkeasti siten, että aluksi laadittu OKH esiteltiin yrityksen edustajille mahdollisimman yksityiskohtaisesti ja kerrottiin, mitä raportilla lähtökohtaisesti pyritään tekemään ja mitä sen ajatellaan mahdollisesti ratkaisevan. Käytännössä yritykselle siis esiteltiin tiivistetysti luvussa 5 kuvaillut asiat. Tämän jälkeen edustajille esiteltiin laaditun mallin oletetut ongelmat ja heikkoudet sekä nostettiin esiin kehityskohteet, joiden implementoinnin palvelu vaatisi tulevaisuudessa toimiakseen isommassa mittakaavassa. Esittelyn jälkeen käytiin arvioivassa ja kehittävässä hengessä keskustelu työkalun hyödyllisyydestä sekä työkaluun liittyvistä tulevaisuuden suunnitelmista ja liiketoimintapotentiaalista.

Kiinteistöjen olosuhteiden ja energiankulutuksen tarkkailu on energianhallintakeskuksen vastuulla, ja täten OKH:ssa käytetty raporttimuotoinen pohja soveltuisi tukemaan energianhallintakeskuksen prosesseja esimerkiksi siten, että kustakin valvottavasta kiinteistöstä tulisi viikoittainen raportti energianhallintakeskukselle tarkastettavaksi. Tämän raportin perusteella keskus voisi tehdä päätöksen, onko kiinteistöissä tarpeita erilaisille huoltotoimenpiteille tai muokkauksille taloautomaatiossa. Keskustelussa nousi esiin, että

nykyaikaisissa kiinteistöissä voidaan kiinteistöautomaatioon vaikuttaa etänä samalla tavalla kuin paikan päällä, eli energianhallintakeskuksella on mahdollisuus myös suorittaa säätöjä olosuhteisiin, jolloin edes kiinteistöhuoltajan käyntiä asiakkaan tiloissa ei välttämättä tarvita. Tämä vaatii toki tietynlaisen kiinteistöautomaation tason, eli näin ei voida toimia kaikkien kiinteistöjen kohdalla.

Keskustelussa raportin käyttöönoton ensisijaisen hyödyn koettiin olevan mahdollisuus löytää energiansäästökohteita kiinteistössä esimerkiksi havaitsemalla yllämmitystä lämmityskaudella. Jos lämpötilan havaitaan olevan liian korkea, voidaan lämpöjä tiputtaa keskitetysti kohteessa. Lisäksi pilotoinnissa nousi esiin, että raporttia tarkastelemalla omistaja, asiakas ja käyttäjä voivat olla yhtä mieltä siitä, että tiloissa on sovitut olosuhteet ja että tilojen olosuhteet ovat viihtyisät. Tarkkailun kautta voidaan myös indikoida tulevia olosuhteita kiinteistössä. Esimerkiksi havaitsemalla tietynlaisia trendejä historiallisessa datassa voitaisiin ennakoida tiettyjen olosuhteiden esiintymistä. Tämä vaatisi kuitenkin nykyistä enemmän dataa. Myös käyttäjäpalautetta voitaisiin käyttää verifioimaan olosuhteiden tasoa. Eli kun olosuhteet vaikuttavat raportin perusteella olevan hyvät, voidaan siitä varmistua käyttäjäpalautteella ja hienosäätää tämän pohjalta olosuhteita.

Keskustelussa kävi myös ilmi, että palvelun ei koettu olevan vielä suoranaisesti valmis toteuttamaan sen pääasiallista tehtävää, eli indikoimaan huollon tarpeita kiinteistössä, sillä yksipuolinen olosuhdedata ei vielä kerro kattavasti kiinteistön tilanteesta. Keskeinen mahdollisuus vahvistaa palvelun tehoa olisi palvelussa käytettävän olosuhdedatan integrointi kiinteistöautomaatiodataan, jolloin saataisiin suoraan raportin kautta tietoa, jos jokin talotekninen laite vaatii huoltoa. Näin ollen kiinteistöautomaatiodata ja olosuhdedata voisivat täydentää toisiaan. Integraation myötä voitaisiin esimerkiksi havaita, jos tietyssä kiinteistön osassa lämpötila on ollut poikkeuksellisen korkea tietyssä päivänä, koska kiinteistöautomaatio on ollut poikkeustilassa kyseisellä ajanhetkellä. Lisäksi kiinteistöautomaation integraatio auttaa havaitsemaan muita mahdollisia ongelmia, kuten samanaikaista jäähdytystä ja lämmitystä.

Tulevaisuuden haasteena palvelulle nähtiin pilotoinnissa sopimusmallien pohtiminen, eli se miten kyseinen palvelu voitaisiin kaupallistaa ja tuottaa sillä uutta liiketoimintaa. Olosuhteiden tarkkailun perusteen tulisi olla läpinäkyvä ja toisaalta sen täytyisi tuottaa asiakkaalle hyötyä siinä määrin, että sen aiheuttamat kustannukset pystyttäisiin kattamaan. Jos raportti on saatavilla useille osapuolille, tulisi asiakkaalle näytettävän version raportista olla kiinteistöhuollon versiota yksinkertaisempi, jotta se vastaisi asiakkaan ymmärrystä ja välittäisi tarvittavan tiedon mahdollisimman yksinkertaisesti.

Konkreettisena kehitysehdotuksena kiinteistöhuollon raporttiin liittyen nousi keskustelussa esiin, että raportissa voisi esittää esimerkiksi top 10-listan eniten olosuhdepoikkeamia sisältävistä tiloista kaikkien tilojen näyttämisen sijaan. Manuaalisesti tarkasteltaessa nimittäin usean tilan vertailu on vaikeaa ja aikaa vievää. Tällaisen top 10-listauksen perusteella kiinteistöpalvelut voivat keskittyä kiireellisimpiin kohteisiin. Näin voitaisiin mahdollisesti tarkkailla myös useampia kiinteistöjä saman aikaisesti ja saada skaalattua palvelua isommaksi. Lisäksi raporttiin voisi laatia mahdollisuuden tehdä sensoreiden poikkeamavertailu halutulle ajalle pelkästään viikoittaisen tarkastelun sijaan käytettävyyden parantamiseksi.

Keskustelussa todettiin myös, että asiakkaan preferenssien kerääminen on tärkeää, jos halutaan tietää, millaiset olosuhteet tiloissa tulisi olla. Kuitenkin kävi myös ilmi, että koska kiinteistön sisäilma on kiinteistön omistajan vastuulla, on datan esittäminen vuokralaisille omistajan päätös. Yleensä yksilöllisen sisäilman laatiminen tilalle on hankalaa, koska niin moni asia vaikuttaa lämpötilaan. Tästä syystä käyttäjien preferenssin tietäminen ei välttämättä auta positiivisen olosuhdekokemuksen luonnissa, koska on luultavaa, että tarkkaan yksilöityä sisäilmaa ei ole mahdollista toteuttaa. Tällöin myös kiinteistö saattaisi näyttäytyä huonossa valossa. Sen sijaan jonkin yrityksen kokonaan omistamassa kiinteistössä voitaisiin esimerkiksi pitää eri kerroksissa erilaista lämpötilaa, jotta kukin käyttäjä saisi valita mieleisensä työskentelylämpötilan. Jos kuitenkin puhutaan liikekiinteistöstä, jossa vuokralainen on vuokrannut vain pienen tilan, voi kyseisen tilan yksittäisillä käyttäjillä olla erilaiset mieltymykset, ja täten kaikkien käyttäjien preferenssin kuunteleminen ei ole mahdollista. Preferenssien asettaminen tulisikin olla kompromissi eri käyttäjien mieltymyksestä.

Kiinteistön omistajalle arvoa tuottavana tekijänä keskustelussa nousi esiin kiinteistön vertailumahdollisuus muiden vastaavien kiinteistöjen kanssa. Kun tiedetään, millaisia olosuhteita eri kiinteistöissä on, voi kiinteistön omistaja saada tietoa oman kiinteistön tasosta muihin nähden ja käyttää tätä esimerkiksi markkinoinnissa hyödyksi. Toisaalta tätä kautta voidaan havaita myös isompia peruskorjauksen tarpeita. Kaupallistamisen ideana nousi keskustelusta esiin tietynlaisten olosuhteiden takaaminen kiinteistön vuokralaisille ja sitä kautta liiketoimintamallin luominen. Tämä tarkoittaisi, että kiinteistön omistaja voisi taata vuokralaiselle tietyn vaihteluvälin eri parametreille, ja mitä vaikeampi vaihteluväli olisi saavuttaa, sitä enemmän tämä voisi kustantaa vuokralaiselle. Kiinteistöhuollon tehtävä olisi pitää olosuhteet sallituissa rajoissa.

6.4 Konstruktion arvo

Muodostetun konstruktion arvoa pohtiessa tulee muistaa, että olosuhteiden tarkkailu ja datan kerääminen ei tuota itsessään lisäarvoa, vaan arvo syntyy vasta, kun kerätyn datan avulla voidaan vähentää kustannuksia, säästää resursseja ja vaikuttaa positiivisesti kiinteistön käyttäjiin. Tässä työssä muodostettu OKH voi potentiaalisesti tuottaa arvoa molemmista näkökulmista tarkasteltuna. Arvo muodostuu alaluvussa 2.2.3 esitellyn tapaan, Woodruff (1997) mukaisesti, asiakkaan tarpeiden ja odotusten täyttymisen, palvelusta saatujen hyötyjen ja palveluprosessin ominaisuuksien kokonaisuudesta. Näin ollen täytyykin pohtia, mitä asiakkaan tarpeita OKH täyttää ja mitä hyötyjä se tuo asiakkaalle, jotta voidaan pohtia konseptin kokonaisarvoa. Koska tässä työssä ei ole materiaalina asiakkaalta saatua pilotoituun palveluun liittyvää palautedatata, perustuu arvon pohdinta puhtaasti kohdeyrityksen asiantuntija-arvioon.

Taulukossa 14 on tiivistetty pilotoinnin ja kirjallisuuden perusteella havaitut potentiaaliset arvontuottokeinot taulukkoon 3 koottujen kiinteistöpalveluiden arvontuottokeinoja hyödyntäen.

Taulukko 14. OKH:n tuottama arvo eri sidosryhmille (O= omistaja, V= vuokralainen, K= käyttäjä)

| Konseptin potentiaalinen hyöty | Hyödyn saaja | Tuotettu arvo |
|---|--------------|---------------|
| Huollon kustannukset pienentyvät | O | 6 |
| Vikoihin liittyvät riskit pienentyvät | O, V | 1, 2 |
| Kiinteistön mukavuus maksimoidaan | K | 7, 9, 13, 14 |
| Viestiminen huoltotöistä tehostuu | K | 11 |
| Energiansäästökohteiden havaitseminen | O | 3, 6 |
| Tulevien olosuhteiden indikointi | O, V | 6 |
| Olosuhdetason varmentaminen osapuolten kesken | H, O, V | 4 |
| Samanaikaisen lämmityksen ja jäähdyttämisen havaitseminen | O | 6 |
| Eri lämpötilojen luominen käyttäjiä varten | K | 13 |
| Kiinteistön vertailumahdollisuus muihin kiinteistöihin | O, H | 2, 6 |

Taulukon 14 ensimmäinen sarake kuvaa raporttimallisesta OKH:sta potentiaalisesti saatavia hyötyjä, toinen sarake kuvaa asiakasosapuolta, joka ensisijaisesti kokee kyseisen hyödyn ja kolmas sarake kuvaa taulukon 3 perusteella, mitä arvoa kyseinen osapuoli saa tästä hyödyistä. Sarakkeen numero vastaa siis taulukossa 3 numeroitua arvontuottokeinoja.

Kiinteistön omistajien ilmeinen tarve on säästää kiinteistön kustannuksissa tinkimättä kuitenkaan käyttäjätyytyväisyydestä. Taulukosta 14 nähdään, että OKH:n käyttöönotto tuottaa arvoa kiinteistön omistajalle huollon kustannusten pienentymisen kautta kiinteistön elinkaaren aikana, sillä huoltotyöt perustuvat OKH:ssa todelliseen tarpeeseen, ja tällöin välttyään ylimääräisiltä huolloilta. Esimerkiksi laajat ilmanvaihtolaitteiston huollot

maksavat kymmeniä tuhansia euroja, ja jos monitoroinnin avulla voidaan välttää tarpeettomia korvauksia, huoltoja tai tarkastuksia, niin säästö on merkittävää. Tulee kuitenkin huomioida, että koska tarkasteltavassa palvelussa kuitenkin monitoroidaan sisätilojen olosuhteita eikä suoraan laitteita, ei tämä näkökulma toteudu vielä. Pelkästään sisäilman olosuhteiden perusteella ei voida tehdä suoraa päätelmää, onko vika laitteistossa vai onko laitteistoa käytetty väärin. Lisäksi pelkästään sisäilmaa tarkkailemalla ei voida havaita virhetilanteita, joissa lämmitetään ja jäähdytetään samanaikaisesti, koska tällöin sisäilman olosuhteet ovat hyvät, mutta energiankulutus on suurta. Sisäilman olosuhteet antavat kuitenkin yleisellä tasolla hyvän kuvan talotekniikan tasosta, ja integroimalla data muihin lähteisiin, voidaan saada hyvinkin tarkkaa dataa erilaisten vikojen havainnointia varten. Kiinteistön omistajalle taloudellista hyötyä tuottaa vikoihin liittyvien riskien pienentyminen, sillä olosuhteita tarkkailemalla voidaan puuttua nopeasti havaittuihin ongelmiin. Tällöin riski merkittävistä hajoamisista kiinteistössä pienenee. Taloudellista hyötyä tuottaa myös mahdollisuus optimoida energian kulutusta kiinteistössä, ja esimerkiksi tulevia lämpöoloja ennustamalla voitaisiin säästää tietyn kiinteistön osan lämmityskuluissa. Pilotoinnissa havaittiin arvoa tuottavaksi mahdollisuudeksi jakaa kiinteistön dataa vuokralaisten ja käyttäjien kesken, ja varmentaa täten kiinteistön olosuhteiden laatu. Datat kertyessä saman tyyppisiä kiinteistöjä voitaisiin myös verrata keskenään, ja täten havaita mahdollisia ongelmakohteita.

Laaditun konseptin arvo realisoituu myös kiinteistön vuokralaisille ja käyttäjille. Vuokralaiselle ilmeinen tarve on saada mahdollisimman joustava ja tarkoituksenmukainen työtila mahdollisimman edullisesti, ja käyttäjät puolestaan arvostavat tilan olosuhteiden laadua. Taulukon 14 mukaisesti käyttäjien mukavuus maksimoituu, kun kiinteistön olosuhteet saadaan pidettyä halutulla tasolla ilman tarvetta tehdä vikailmoituksia. Voidaan ajatella, että vaikka suoranaista laitevikaa ei olisikaan, on kaikkien edun mukaista, jos olosuhteet saadaan pidettyä ensiluokkaisina. Jos esimerkiksi liikekiinteistön tiettyssä osassa havaitaan mistä tahansa syystä johtuvaa olosuhteiden heikentymistä, voidaan ongelmaan mahdollisesti puuttua ennen kuin se aiheuttaa haittaa kiinteistön käyttäjille. Tämä tuottaa useanlaista arvoa. Esimerkiksi vuokralaisten ja omistajan liikevaihto saattaa kasvaa kiinnostavien tilojen myötä, ympäristö saattaa mahdollistaa innovaatioita, työkyky tehostuu ja erityisen viihtyisä ympäristö voi tuottaa elämyksellistä arvoa. Huoltoprosessin tehostuminen auttaa myös liikekiinteistön vuokralaisia saamaan kustannussäästöjä ajan säästymisen muodossa sekä lisäämään osaltaan työntekijöiden tehokkuutta ja motivatiota, sillä työaikaa tarvitsee käyttää vähemmän liiketoiminnan kannalta epäolennaisien asioiden hoitamiseen. Pitkälle vietynä OKH voisi muodostua kuvan 6 mukaisesti. Tämä

mahdollistaisi myös sen, että huoltoyhtiö voisi viestiä töistä kiinteistön käyttäjille reaaliaikaisesti rajapinnan kautta, mikä vähentäisi myös kiinteistön käyttäjiin kohdistuvia työn keskeytymisiä ja parantaisi tätä kautta käyttäjien tyytyväisyyttä.

7. TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN

Tässä luvussa käsitellään laaditun OKH:n laajempaa merkitystä kohdeyritykselle ja yleisesti kiinteistöpalveluiden digitalisointia harkitsevalle yritykselle. Luvussa pohditaan myös konstruktion jatkokehityspotentiaalia sekä havaittuja ongelmia ja epäkohtia.

7.1 Hyödyt ja liiketoimintapotentiaali

Tiivistettynä käytyjen keskustelujen, kirjallisuuden ja pilotoinnin pohjalta OKH-tyyppiselle konseptille nousi esiin kolme ensisijaista liiketoiminnallista mahdollisuutta, joiden voidaan olettaa tuottavan arvoa (arvoa ei voitu verifioida tutkimuksen puitteissa).

- 1) Huollon tarpeiden ja energiansäästökohteiden löytäminen olosuhdedatan ja kiinteistöautomaatiodatan integraatiolla.
- 2) Olosuhdetietojen jakaminen omistajan, vuokralaisen, käyttäjien ja kiinteistöhuollon kesken.
- 3) Kiinteistön vertailtavuus muiden vastaavien rakennusten kanssa.

Kuhunkin mahdollisuuteen liittyy erilaisia hyötyjä, uhrauksia ja mahdollisesti myös erilainen liiketoimintamalli. Koska kiinteistöpalveluiden hinnoittelun ja sopimusehtojen tunteminen vaativat yksityiskohtaista tietämystä toimialan käytännöistä ja diplomityötä varten käydyissä keskusteluissa ei puhuttu luvuista, business-casen muodostaminen konseptin ympärille jätetään tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Sen sijaan keskitytään tarkemmin käsittelemään, miten konseptin arvo voitaisiin maksimoida asiakkaan, vuokralaisten ja käyttäjien näkökulmasta.

Olosuhdedatan ja kiinteistöautomaatiodatan yhdistelmällä voitaisiin muodostaa automaattisesti vioista hälyttävä järjestelmä, jonka arvona kiinteistön käyttäjille olisi a) laadukkaiden olosuhteiden parempi säilyvyys ja b) työresurssien säästyminen palveluprosessin yksinkertaistumisen kautta. Kiinteistön omistajan kannalta puolestaan ensisijainen mahdollisuus olisi kustannussäästöjen muodostaminen energiansäästökohteiden ja ylläpidon havainnoinnin kautta. Kiinteistön omistaja hyötyisi myös kiinteistön olosuhteiden tasokkuudesta vuokralaisten tyytyväisyyden kautta, palvelutason parantumisesta ja palvelutason mitattavuudesta. Tulee kuitenkin muistaa, että useissa tapauksissa käyttäjien mukavuus ja kustannusnäkökulma ovat asioita, joita ei voida käsitellä erikseen. Usein olosuhteiden säilyttäminen tietyllä tasolla vaatii enemmän resursseja kiin-

teistöpalveluilta sekä kiinteistöjohtajalta. Näin ollen tällaisesta palvelusta voitaisiin muodostaa esimerkiksi liiketoimintamalli, jossa palveluntarjoaja lupaisi säilyttää olosuhteet tiettyjen parametrien rajoissa ja vuokralainen maksaisi yksilöidystä palvelusta tietyn lisähinnan. Tämä edellyttäisi, että vuokralainen arvostaisi olosuhteita niin paljon, että olisi valmis maksamaan tällaisesta palvelusta. Tällaisissa tapauksissa palvelulupauksen välittyminen on todella tärkeää, sillä olosuhteiden säilyvyys on asia, jota voidaan pitää itsestään selvänä, ja tällöin lisähinnoittelu voi aiheuttaa tyytymättömyyttä. Ideaa tulisi joka tapauksessa testata, jotta voitaisiin varmistua tällaisen liiketoimintamallin kannattavuudesta.

Toinen potentiaalinen hyöty OKH:sta syntyy kiinteistön datan jakamisesta eri osapuolten kesken. Tämä tuottaa arvoa luottamuksen lisääntymisen muodossa osapuolten kesken. Tällainen monitorointi nimittäin mahdollistaa sen, että dataa tarkastelemalla kiinteistön johtaja voi olla varma, että kiinteistö vastaa sovittuja olosuhteita, ja vuokralainen voi olla varma, että olosuhteet ovat olleet ensiluokkaiset. Datan avoin jakaminen on tunnistettu myös kirjallisuudessa arvoa tuottavaksi tekijäksi (Kaisler et al. 2013). Datan jakamiseen liittyvä keskeisin kysymys on kuitenkin se, onko data sellaista, että sen jakaminen osapuolten kesken on kannattavaa kiinteistön omistajan ja huollon tarjoajan näkökulmasta. Jos esimerkiksi poikkeuksille asetetut rajat ovat kiinteistön omistajan kannalta epäsuotuisat, saattaa raportti asettaa kiinteistön tarpeettoman huonoon valoon vuokralaisten näkökulmasta. Koska kiinteistöt ovat erilaisia ja käyttäjien preferenssit vaihtelevat, tulisi-kin lämpötilarajat pyrkiä asettamaan käyttäjien mieltymysten mukaan huomioiden kuitenkin realistiset rajat kiinteistön kuntoon liittyen. Jos realistiset rajat kuitenkin löydetään, voidaan datan avulla todeta kiinteistön vastaavan sovittuja olosuhteita. Preferenssien keräämiseen liittyy kuitenkin käytännön ongelmia, ja vaikka tieto käyttäjien mieltymyksistä saataisiin kerättyä, ei kuitenkaan ole aina mahdollista säätää lämpötilaa halutulla tarkkuudella. Toisaalta tiloissa, joissa mahdollisuudet vaikuttaa sisäilmaan ovat heikot, tulisi tiedottaa vuokralaisille, että heidän tiloissaan ei ole mahdollisuutta yksilölliseen sisäilmaan. Tämä on myös asia, jota välttämättä kiinteistön omistajat eivät halua tuoda selkeästi esiin, eli siksi monitorointiin liittyvät asiat tulee olla kiinteistön omistajan päätettävissä ja luultavasti sisäilman dataa ei kannata jakaa huonon sisäilman omaavissa kiinteistöissä.

Liiketoimintamalli datan jakamiseen liittyen voisi olla datan visualisointi eri tahoille siten, että raportti vastaa mahdollisimman helposti käyttäjien tarpeeseen. Raportoinnin asiakas olisi liiketoimintamallissa luultavasti kiinteistön omistaja, sillä vuokralainen tuskin olisi valmis maksamaan ekstraa kiinteistöön liittyvien yksityiskohtien selvittämisestä. Kiinteis-

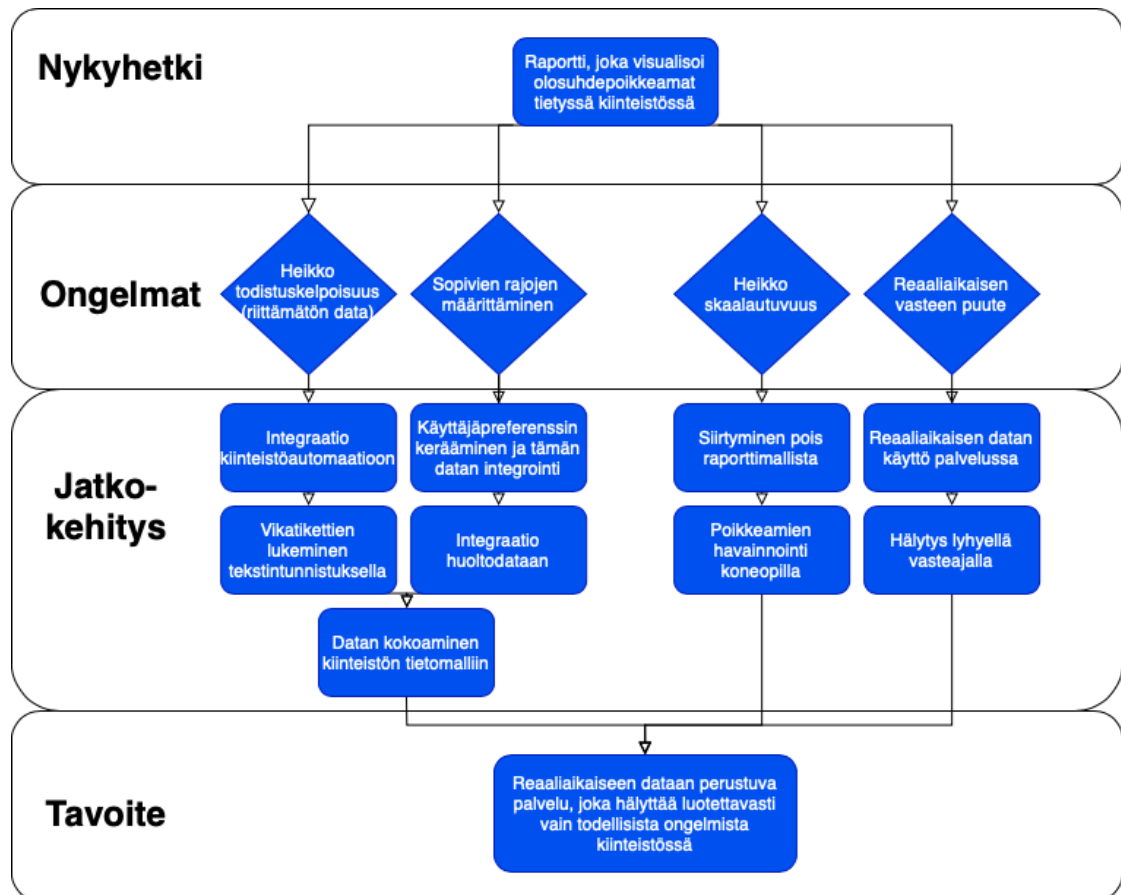
tön omistaja voisi sen sijaan tarjota tätä palvelua osana älykiinteistöä, joten tällaisen datan jakaminen olisi hyvinkin perusteltua. Kiinteistöpalveluiden tarjoaja voisi laskuttaa konseptista tietyn periodin välein jonkin summan. Kirjallisuusselvityksen yhteydessä huomattiin kuitenkin, että olosuhteiden raportointiin liittyen toimialalla on kilpailua ja erilaisia IoT-sensorointiin perustuvia ratkaisuja on tarjolla jo useilla toimijoilla. Kiinteistöpalveluiden tarjoajan tulisi löytää keino sijoittaa konsepti luonnollisesti osaksi palvelukonaisuutta.

Kolmas OKH:lle havaittu hyöty, kiinteistön vertailtavuus muihin kiinteistöihin, mahdollistuu, kun useista samankaltaisista kiinteistöistä on saatavilla olosuhdedataa. Kiinteistön omistaja voi vertailla tiettyä kiinteistöä muihin hänen kohteisiinsa tai jopa yleisesti muihin vastaaviin kohteisiin. Tällöin voidaan saada indikaatiota siitä, onko kiinteistössä tarpeita peruskorjauksille HVAC-järjestelmien osalta ja miten kiinteistö suhteutuu verrokkeihinsa. Vertailukelpoisen datan perusteella voidaan saada parempaa tietoa kustannussäästöjä luovista mahdollisuuksista, esimerkiksi havaitsemalla, että kyseisen kiinteistön energiankulutus on tarpeettoman suuri nähden verrokki kiinteistöihin. Olosuhdedatasta voitaisiin havaita, jos olosuhteet ovat olleet keskimääräistä enemmän poikkeuksellisella tasolla ja tällöin voitaisiin löytää tarve isommalle korjaukselle. Kiinteistön omistaja voisi käyttää myös erityisen hyvin muihin kohteisiin vertautuvaa kohdetta markkinoinnissa arvoa tuottavana tekijänä. Kiinteistöpalvelun tarjoajalle vertailtavuus luo mahdollisuuden kaupallistaa kerättyä dataa tuottamalla vertailukelpoista informaatiota kiinteistön omistajalle esimerkiksi tiettyä korvausta vastaan tai osana isompaa sopimusta.

7.2 Konstruktion puutteet ja jatkokehityspotentiaali

Olosuhdeperustaisen huollon tarve nousi kohdeyrityksessä esiin eräänä tutkimisen arvoisena palveluna, ja palvelu valikoitui lopulliseen tarkasteluun saatavilla olevan datan myötä. Muodostettu raporttimallinen olosuhdepoikkeamien havainnointi on eräs karkean tason vaihtoehto tällaisen palvelun rakentamiseen. Pilotoinnissa huomattiin kuitenkin, että laadittu palvelu ei vielä sovellu haluttuun asiaan ja on myös muita vaihtoehtoja vastaavan idean toteuttamiseen.

Tässä aluvuossa käsiteltävät OKH:lle havaitut jatkokehitysvaihtoehdot on esitetty tiivistetysti kuvassa 17. Jatkokehitystä pohtiessa keskitytään nimenomaan OKH:n ensisijaisen käyttötarkoituksen kehittämiseen (eli automaattisten vikailmoitusten tuottamiseen) ja jätetään tarkastelematta raporttimallisen konseptin kehittäminen, sillä raportin kehittäminen on kohdeyrityksen tapauksessa huomattavasti suoraviivaisempaa.



Kuva 17. OKH:n jatkokehitysmahdollisuudet

Kuvassa 17 on havainnollistettu kehitetyn OKH:n havaitut ongelmat ja esitetty tiivistysti, millaisia jatkokehitysmahdollisuuksia palvelulle voisi potentiaalisesti olla. Tulee kuitenkin huomioida, että mainitut jatkokehitysideat ovat esimerkkejä ja varmuutta näiden toimien hyödyistä ei voida tämän tutkimuksen puitteissa antaa.

Konseptin isoimmat todetut puutteet ovat datan yksipuolisuudesta johtuva heikko todistuskelpoisuus sekä raporttimuotoisen palvelun skaalautuvuuden haasteet. Isosta kohdejoukosta kerätyn datamäärän kohdalla muodostetun raportin tulkitseminen yksityiskohdaisesti on jo aikaa vievää ja luultavasti mahdotonta. Todistuskelpoisuuden haaste liittyy siihen, että sisäilman olosuhteet ovat monen tekijän summa, eikä pelkästään havaitsemalla erilaisia asioita sisäilmassa voida saada varmuudella tietoa poikkeamien syistä. Raportista voidaan esimerkiksi havaita, jos tilan lämpötila on ollut toistuvasti korkea, mutta tällöin on mahdollista, että tilan käyttäjät ovat olleet poissa paikalta ja ilmanvaihto on ollut pois päältä. Palvelukonsepti vaatisikin tällaisten ongelmien välttämiseksi integraatiota muuhun dataan, ja luultavasti kannattavinta olisi integraatio kiinteistöautomaatiodatan kanssa. Integraatio myös kiinteistöön tehdystä huolloista tarkasti kertovan datan kanssa toisi arvokasta tietoa siitä, onko olosuhteiden muutoksella kausalliteetti huoltojen tilaamiseen ja toteuttamiseen. Jos olisi tarjolla kattavaa dataa LVI-järjestelmiin tehdyistä

huoltotoista ja erilaisista olosuhdetiedoista, voitaisiin muodostaa koneoppimisen avulla malli, jonka avulla voitaisiin havaita tulevia olosuhdepoikkeamia ja laitevikoja ennakoidusti. Tämä soveltuisi manuaalista raportin tutkimista paremmin palveluprosessiin. Jo nykyisellään Salo IoT Campukselta kerätty data ei ole pelkästään OKH:n muodostamisessa käytetty data, vaan kampuksella on myös liiketunnistimia ja muita sensoreita. Näiden datalähteiden integrointi olosuhdedataan ei ollut tämän tutkimuksen puitteissa toteuttamiskelpoinen idea, mutta useiden eri lähteiden yhdistäminen on tulevaisuudessa tärkeää palvelun luotettavuuden kehittämiseksi.

Raporttimallia voidaan kritisoida myös siitä, että se ei vastaa huollon tarpeeseen reaaliajassa. Jos olosuhteet heikentyvät äkillisesti esimerkiksi keskellä viikkoa ja raporttia tarkastellaan lähtökohtaisesti kerran viikossa, ehtivät kiinteistön käyttäjät jo kärsiä haitasta pitkään, ennen kuin kiinteistöhuolto havaitsee ongelman. Tämän vuoksi vaihtoehtona olisi muodostaa reaaliaikaiseen dataan perustuva malli, jossa energianhallintakeskus saisi ilmoituksen reaaliajassa, jos olosuhteet muuttuvat merkittävästi tiettyyn suuntaan. Tämä on teknisesti täysin mahdollista, sillä data tallentuu sensoreista reaaliajassa kohdeyrityksen tietokantaan. Nykyisessäkin raportissa käytetty ulkoilman data on mahdollista ladata suoraan Ilmatieteen laitoksen tarjoamasta rajapinnasta, eli sen käyttäminen ilman ihmisen interaktiota reaaliaikaiseen dataan perustuvassa sovelluksessa on mahdollista. Tämä kuitenkin vaatisi tietoa poikkeamarajojen soveltuvuudesta kiinteistöön ja kiinteistökohtaisesti tietoa aiemmin vallinneista olosuhteista, joten tästä syystä dataa tulisi kerätä nykyistä enemmän. Tällöin voitaisiin hyödyntää esimerkiksi koneoppimista, ja poikkeamien havaitseminen olisi huomattavasti luotettavampaa ja nopeampaa manuaalisesti tutkittavaan raporttiin verrattuna.

OKH:n rajoille luodun mallin luotettavuutta ei pystytty diplomityön puitteissa testaamaan lukuun ottamatta kevyttä palautedatan tarkastelua, jolla ei kuitenkaan ollut tieteellisessä mielessä todistuskelpoisuutta. Koska Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (2015) mainitaan, että olosuhteiden mittaus vaatii tietyn tasoisen laitteiston ja mittaus tulee suorittaa tietyssä paikassa huoneessa, tulee tässä työssä huomioida, että antureiden lukemat eivät ole absoluuttisia totuuksia koko huoneen olosuhteista. Ne antavat oletettavasti kuitenkin hyvän käsityksen tilasta, ja näin ollen niitä voidaan pitää hälytysjärjestelmän perustana. Sensoreiden tarkkuus ja tätä kautta koko datan luotettavuus perustuu pelkästään sensorivalmistajan ilmoittamiin arvoihin, ja tarkempia rajoja asetettaessa sekä mittauksia tehtäessä olisikin olennaista tarkastaa miten erilaiset ulkoiset tekijät vaikuttavat antureiden lukemiin. Esimerkiksi suora auringonpaiste saattaa aiheuttaa poikkeuksellisen korkeita lämpötiloja sensorille. Myös tilakohtaisten poikkeamarajojen määrittä-

minen vaatisi tietoa käyttäjien mieltymyksistä. Historiallista dataa tarkasteltaessa asetett S1-tasoiset rajat aiheuttivat tiloissa paljon pieniä hälytyksiä, eli tämä kertoo joko rajojen olevan väärällä tasolla tai tilojen olosuhteiden olevan heikommalla kuin S1-tasolla vaaditaan. Ei voida kuitenkaan tietää, onko lievän poikkeaman aiheuttanut lämpötila todellisuudessa käyttäjien mielestä ongelmallinen vai tulisiko rajoja säätää uudestaan. Palautetiedon avulla myös tätä näkökulmaa voitaisiin kehittää.

Kuten aiemmin todettiin, huollon tarpeiden havaitsemiseen on olemassa myös muita vaihtoehtoja tässä työssä esitetyn raportoinnin lisäksi ja eri vaihtoehtojen pohtiminen sekä testaaminen onkin kohdeyritykselle tärkeää tulevaisuudessa. Esimerkkinä toinen keino nopeuttaa palveluprosessia ja saavuttaa potentiaalisesti hieman samankaltaisia hyötyjä, kuin olosuhteiden monitoroinnilla, olisi vikatikettien lukeminen tekstintunnistuksella. Tällöin voitaisiin lukea automaattisesti käyttäjän järjestelmään luoma vikatiketti ja tekstintunnistus osaisi kirjata tiketistä suoraan ongelman järjestelmään. Järjestelmästä välittyisi ilmoitus suoraan hoidettavaksi kiinteistöhuoltajalle. Näin voitaisiin mahdollisesti päästä tilanteeseen, jossa tikettien lukeminen ei olisi ihmisen vastuulla ja samalla huolto saisi nopeammin tiedon puutteista. Vikatikettitiedon voisi myös yhdistää verifioimaan muista lähteistä saatua dataa, ja tätä kautta voitaisiin saada lisää varmuutta ongelmien havainnointiin. Tässä versiossa ei kuitenkaan olisi saavutettavissa muita monitoroinnin kautta potentiaalisesti saatavia hyötyjä.

Toinen iso mahdollisuus kehittää OKH:ta olisi yhdistää se BIM:iin, jolloin ongelmien havainnollistaminen ja paikantaminen olisi nykytilannetta selkeämpää eri osapuolille. Jos kiinteistön olosuhteissa ja automaatioissa havaittaisiin poikkeamia, voitaisiin näiden tiedot esittää keskitetysti tietomallissa erillisen Power BI -raportin sijaan. Näin esimerkiksi kiinteistöhuoltajalle voitaisiin suoraan näyttää huoltoa tarvitseva laite ja paikka sekä kaikki tiedot laitteiston aiemmista huolloista ja kiinteistön huoltohistoriasta ilman tarvetta useiden järjestelmien tarkastelulle.

8. YHTEENVETO

Tässä luvussa vedetään yhteen tehty tutkimus ja pohditaan sen merkitystä. Tutkimuksella on merkitystä liikkeenjohdollisesta- ja akateemisesta näkökulmasta. Lisäksi luvussa arvioidaan tutkimuksen onnistumista ja jatkotutkimuksen tarpeita.

8.1 Työn yhteenveto

Kuten kirjallisuusselvityksen perusteella huomattiin, datan merkitys yritysten liiketoiminnalle on huomattava ja se tulee lisääntymään tulevaisuudessa teknologian kehittyessä edelleen. Uudenlaisten datapohjaisten palveluiden tarjoaminen on kiinteistöpalveluiden tarjoajalle keino tuottaa lisäarvoa digitalisoituvalla markkinalla sekä hakea tätä kautta kilpailuetua ja kasvua. Tässä työssä tarkasteltiin olosuhdedataperusteisen kiinteistöhuollon tuottamia mahdollisuuksia uudenlaisten kiinteistöpalveluiden kehittämiseen sekä esitettiin kirjallisuuden pohjalta koostena listaus erilaisista datan luomista arvontuotintamahdollisuuksista kiinteistön osapuolille. Tulee kuitenkin huomioida, että datan käyttäminen on aiheena todella laaja ja työssä on esitetty vain pieni osa datan tuomista mahdollisuuksista kiinteistöliiketoiminnalle.

Työssä esitettiin kaksi tutkimuskysymystä:

1. *Millaista arvoa kiinteistöpalvelut tuottavat ja millaisia dataa hyödyntäviä kiinteistöpalveluita on olemassa?*
2. *Millaisista asioista OKH:n arvo muodostuu ja miten tällainen palvelu rakennetaan?*

Vastauksena tutkimuskysymykseen 1 koostettiin kirjallisuudesta erilaisia näkökulmia kiinteistöpalveluiden arvontuottoon taulukkoon 3 ja listattiin kirjallisuudesta sekä yksittäisistä internet-lähteistä koostettuja esimerkkejä datapohjaisista palveluista taulukkoihin 4 ja 5. Yhteenvetona taulukosta 3 voidaan todeta, että arvon muodostuminen osapuolten välille ei ole yksiselitteistä ja arvo muodostuu lähes poikkeuksetta laajemman kokonaisuuden kautta. Tämä tarkoittaa, että lähes jokainen asia, jolla on arvoa yhdelle osapuolelle, on arvokasta myös toiselle osapuolelle kiinteistöliiketoiminnan kontekstissa. Tutkimuskysymysten vastaukset ovat liikkeenjohdollisesta näkökulmasta hyödyllisiä erityisesti kiinteistöpalveluiden tarjoajalle.

Taulukon 3 mukaisesti kiinteistöpalveluiden osalta eniten arvoa omistajalle tuottavat kiinteistön säilyminen mahdollisimman hyväkuntoisena ja kiinnostavana sen elinkaaren ajan

(mm. Lindholm et al. 2006 ja Jensen & Petersen 2014), energian säästäminen, hiilidioksidipäästöjen pienentäminen (Pelzer & Sigg 2019 ja Coenen et al. 2013) ja luotettavan kumppanin tarjoama suhdearvo (Kok et al. 2011). Näin ollen taloudellinen yhteiskunnallinen ja sosiaalinen näkökulma ovat tärkeitä kiinteistön omistajalle. Vastaavasti kiinteistön vuokralaiselle arvoa tuo vuokralaisorganisaation toiminnan tavoitteiden mahdollistaminen (Barret & Baldry 2003), mikä ei olisi mahdollista ilman kiinteistön ylläpitoa. Työympäristö voi tuottaa jopa lisäarvoa mahdollistamalla innovaatioita ja joustavaa työskentelyä (Lindholm et al. 2006) sekä tarjota kustannussäästöjä kiinteistöpalveluiden vaivattomuuden (Jylhä & Junnila 2014), kuten erityisen vaivattomien palveluratkaisujen, kautta. Yleisesti ottaen vuokralainen on kiinnostunut prosessien tehostumisesta ja tuki- ja palveluiden vaivattomuudesta. Käyttäjälle arvokkainta on työskentely-ympäristön mukavuus ja viihtyisyys, jotka lisäävät tuottavuutta ja toisaalta mahdollistavat kanssakäymisen lisääntymisen käyttäjien välillä (Lindholm et al. 2006, MacMillan 2006). Ympäristö saat- taan myös saada käyttäjän tekemät uhraukset tuntumaan pienemmiltä (Smith & Colgate 2007).

Taulukoihin 4 ja 5 koostettujen palveluiden perusteella havaittiin, että kirjallisuudessa datapohjaiset kiinteistöpalvelut voidaan jakaa kuuteen kategoriaan palvelun tarkoituksen perusteella: paikantaminen, energiansäästö, olosuhteet, turvallisuus, kiinteistöjohtaminen, sekä kiinteistöhuolto. Datapohjaisiin palveluihin liittyy lähtökohtaisesti uusien teknologioiden käyttäminen, ja niiden toteuttaminen vaatii uudenlaisia yhteistyömalleja ekosysteemin sisällä. Esimerkiksi ei ole realistista, että kiinteistöpalveluiden tarjoaja toteuttaa yksin toimialaa merkittävästi digitalisoivan sovelluksen.

Ihmisten ja esineiden paikantaminen tuottaa palveluna arvoa usealle taholle. Kiinteistön omistaja saa tietoa suunnittelun tueksi, ja käyttäjät ja vuokralaiset voivat löytää asioita aiempaa helpommin (esim. Jia et al. 2019). Energiatehokkuuden palvelut hyödyttävät erityisesti kiinteistön omistajaa kustannussäästöjen muodossa, mutta energian säästäminen tuottaa myös ympäristöllistä arvoa koko yhteiskunnalle, ja siksi se on kaikkien etu (esim. Wu et al. 2014). Olosuhteita koskevat palvelut hyödyttävät erityisesti käyttäjiä, sillä heidän mukavuutensa lisääntyy, kun olosuhteita voidaan yksilöidä. Huomioitavaa on myös mahdollisuus kehittää kiinteistöhuoltajien turvallisuutta huoltotehtäviin liittyen.

Kiinteistöjohtamiseen kohdistuvat palvelut ovat ensisijaisesti kiinteistön omistajaa hyödyttäviä sovelluksia. Sovellukset ovat nykyhetkellä pitkälti erilaisia monitorointipalveluita käyttöasteiden ja tietojen keräämiseksi. Kiinteistöjohtaja hyötyy myös paremmasta tiedon jakamisesta sidosryhmien välillä sekä mahdollisuudesta optimoida erilaisia resursseja datan perusteella. Kiinteistöhuoltoon kohdistuvat palvelut hyödyttävät ensisijaisesti

kiinteistön omistajaa tehostuneen huoltoprosessin myötä mutta myös tilojen käyttäjiä sekä vuokralaisia, sillä huoltoprosessin tehostaminen on kaikkien etu.

Työn empiirinen osuus liittyi tutkimuskysymykseen kaksi. Tässä työssä tehty tutkimus oli tapaustutkimus, jossa käytettiin konstruktivistista tutkimusotetta. Tutkimuksen konstruktiossa muodostettiin karkean tason konsepti kiinteistön olosuhdeperusteiselle huollolle. Konstruktiota arvioitiin kevyen markkinatestin omaisesti asiantuntija-arviolla, ja lopputulemana saatiin kolme näkökulmaa kyseisen datapohjaisen kiinteistöpalvelun hyödyntämiseen liiketoiminnassa. Näkökulmat olivat: 1) Huollon tarpeiden ja energiansäästökohteiden löytäminen olosuhdedatan ja kiinteistöautomaatiodatan integraatiolla, 2) olosuhdetietojen jakaminen omistajan, vuokralaisen, käyttäjien ja kiinteistöhuollon kesken ja 3) kiinteistön vertailtavuus muiden vastaavien rakennusten kanssa.

8.2 Tieteellinen kontribuutio ja tarve jatkotutkimuksille

Työn kontribuutio kiinteistöpalveluille tehtyyn tutkimukseen perustuu yksittäisen kiinteistöpalveluyrityksen datasta tehtyyn konstruktiioon, joka käsitteli olosuhdeperusteista kiinteistöhuoltoa. Muodostettu OKH kontribuoi datapohjaisia kiinteistöpalveluita käsittelevään akateemiseen kirjallisuuteen käsittelemällä syvällisesti yhtä vaihtoehtoa hyödyntää kiinteistön olosuhdedataa kiinteistöhuollon osana. Tämä tutkimus ei suoranaisesti laajenna mitään toista tutkimusta, vaikka taulukoissa 4 ja 5 listattujen esimerkkien perusteella esimerkiksi D'Elia et al. (2014) ja Srinivasan & Nirjon (2017) ovat tutkineet hieman samankaltaista sovellusta.

Tutkimuksen myötä muodostettiin OKH:n lisäksi uutta tietoa kiinteistöpalveluiden digitalisaatiosta ja arvonluonnista. Tapaustutkimuksen (jonka alatyyppejä on konstruktivistinen tutkimus) tarkoituksena onkin syventää ymmärrystä spesifistä tutkimusalueesta ja tapaus on väylä tutkimusalueen taustalla vaikuttavien ilmiöiden ymmärtämiseen. Datapohjaiset palvelut ja uusien teknologioiden hyödyntäminen kiinteistöalalla ovat uusi ja kehittyvä ilmiö, joten aiheen ymmärtäminen tietyn yrityksen näkökulmasta vaatii tutkijalta eksploraatiivista perehtymistä kyseiseen tapaukseen. Tämän vuoksi konstruktivistisen tutkimusotteen käyttäminen on perusteltua. L&T ja Salo IoT Campus olivat hyvä tapaus tutustua aihepiiriin tarkemmin, koska L&T tuottaa monipuolisesti palveluita ja on suuri toimija toimialallaan. Näin ollen aihepiiriin sisällä pystyttiin tutustumaan monipuolisesti erilaisiin kiinteistöpalveluihin. L&T tekee myös tutkimustyötä uusiin teknologioihin liittyen ja hyödyntää jo dataa monissa palveluissaan, joten lähtökohdat tutkimuksen tekemiselle olivat hedelmälliset. Salo IoT Campus oli perusteltu valinta asiakkaaksi, sillä kampus on Suomen mittakaavassa laaja kiinteistö, josta oli monipuolista dataa saatavilla.

Kaikki tieto uusimmista teknologioiden sovelluskohteista älykkäisiin kiinteistöihin liittyen ei ole julkista, sillä yritykset tekevät tutkimusta omissa tuotekehitysfunktioissaan. Näin ollen tämä tutkimus perustuu uusimpaan julkiseen tietoon. Tutkimuksen taustalla vaikuttanut Virpa-hanke olikin yritysten ja tutkimuslaitosten yhteistyöprojekti, jotta pystyttiin hyödyntämään osaaminen yritys- ja yliopistomaailmoista. Näin tutkimuksessa saatiin yhdistettyä tiede yritysmaailman käytännöllisyyteen ja tosielämän tarpeeseen.

Koska OKH:n arvioinnissa ei ollut laajaa toisistaan riippumatonta näkökulmaa, ei konseptin todellista asiakasarvoa voida pitää luotettavana. Lisäksi koska konstruktiossa kehitetty palvelu oli varsin spesifi yksittäinen konsepti, ei tästä voida vetää johtopäätöksiä isommin datan tuottamiin hyötyihin kiinteistöpalveluille. Muodostetun OKH:n tapaiset palvelut ovat kuitenkin kiistatta askel kohti älykkäitä kiinteistöjä, joissa hyödyntäen disruptiivisia teknologioita saadaan ennen aikaan uudenlaisia käyttäjäkeskeisiä ratkaisuja (Ullah et al. 2018).

Saaduista tuloksista saadaan yleistasolla tukea ajatukselle, että data on hyödyllistä omaisuutta yritykselle, ja hyödyntämällä uusia teknologioita (kuten IoT) voidaan tuottaa merkittävää lisäarvoa asiakkaille ja hankkia kustannussäästöjä omaan liiketoimintaan (Jia et al. 2019). Lisäksi tulokset tukevat ajatusta, että datan avulla kiinteistöpalvelut voivat laatia sidosryhmille arvoa tuottavia sovelluksia (taulukot 4 ja 5), ja datapohjaisiin palveluihin liittyenkin potentiaalisesti merkittäviä mahdollisuuksia kilpailuedun saavuttamiseen.

Jatkotutkimuksien tekeminen työn aihepiiriin liittyen on olennaista, sillä työssä muodostettu OKH ei vastaa vielä reaali maailman tarpeeseen. Alaluvussa 7.2 kuvatusti esimerkiksi muiden datalähteiden lisääminen OKH:n tueksi ja tätä kautta olosuhteiden ennustaminen datan perusteella voisi olla kiinnostava jatkotutkimus. Lisäksi palvelun todellisen asiakashyödyn kartoittaminen olisi oleellinen jatkotutkimus. Koska teknologian kehittyminen on nopeaa, syntyy uusia mahdollisuuksia datan hyödyntämiseen liiketoiminnassa nopealla syklillä, ja tämän vuoksi erilaisten datan tuottamien mahdollisuuksien tutkiminen on tällä hetkellä aihepiiri, jota ei voida ylipäättään tutkia liikaa. Jatkotutkimusaiheena voisi olla myös erilaisten yhteistyömuotojen ja liiketoimintamallien selvittäminen uusiin palveluihin liittyen, sillä kuten todettua, myös koko kiinteistöala on murroksessa. Kiinteistöalalla ollaan datan käytön sekä digitalisaation osalta vasta alussa, joten sidosryhmien välistä yhteistyötä tarvitaan.

LÄHTEET

- Ahmed, V., Tezel, A., Aziz, Z., Sibley, M. (2017). The future of Big Data in facilities management: opportunities and challenges. *Facilities*, Vol. 35 Issue: 13/14, pp.725–745.
- Alexander, K. & Price, I. (2012). *Service-centric logic of facility management. Management, and Organizations*, Taylor & Francis, New York, NY, pp. 117–127.
- Allee, V. (2003). *The Future of Knowledge: Increasing Prosperity Through Value Networks*. Routledge, London.
- Alletto, S., Cucchiara, R., Del Fiore, G., Mainetti, L., Mighali, V., Patrono, L., Serra, G. (2016). An indoor location-aware system for an IoT-based smart museum. *IEEE Internet of Things J.* 3 (2), pp. 244–253
- Alner, G.R., Fellos, R.F. (1990). Maintenance of local authority school building in UK: a case study. *Proceeding of the International Symposium on Property Maintenance Management and Modernisation*, Singapore, pp. 90–9.
- Antonucci, D., Filippi Oberegger, U., Pasut, W. & Gasparella, A. (2017). Building performance evaluation through a novel feature selection algorithm for automated arx model identification procedures. *Energy & Buildings*, vol. 150, pp. 432–446.
- Araszkiewicz, K. (2017). Digital Technologies in Facility Management – The state of Practice and Research Challenges. *Procedia Engineering*, vol. 196, pp. 1034–1042.
- Assunção, M.D., Calheiros, R.N., Bianchi, S., Netto, M.A.S. & Buyya, R. (2015). Big Data computing and clouds: Trends and future directions. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, vol. 79–80, pp. 3–15.
- Atkin, B. & Brooks, A. (2015). *Total facility management*. Fourth edn, John Wiley & Sons Inc, Southern Gate, Chichester, West Sussex, United Kingdom.
- Atkin, B. & Bildsten, L. (2017). A future for facility management. *Construction Innovation*, Vol. 17 (2), pp. 116–124.
- Au-Yong, C.P., Ali, A., Ahmad, F. & Chua, S.J.L. (2017). Influences of key stakeholders' involvement in maintenance management. *Property Management*, vol. 35 (2), pp. 217–231.
- Balta-Ozkan, N., Davidson, R., Bicket, M. & Whitmarsh, L. (2013). Social barriers to the adoption of smart homes. *Energy Policy*, Vol. 63, pp. 363–374.
- Bashir, M.R., Gill, A.Q. (2016). Towards an IoT big data analytics framework: smart buildings systems, *High Performance Computing and Communications. IEEE 14th International Conference on Smart City; IEEE 2nd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS)*, 2016 IEEE 18th International Conference, pp. 1325–1332.

BeSense. 2019. This is how BeSense works. Saatavilla: <https://besense.nl/en/this-is-how-besense-works/> (viitattu 10.10.2019).

Bilal, M., Oyedele, L.O., Qadir, J., Munir, K., Ajayi, S.O., Akinade, O.O., Owolabi, H.A., Alaka, H.A. & Pasha, M. (2016). Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends". *Advanced Engineering Informatics*, vol. 30 (3), pp. 500–521.

Bitner, M.J. (1992). Servicescapes: the impact of physical surroundings on customers and employees. *Journal of Marketing*, Vol. 56, April, pp. 57–71.

Bloch, H.P. and Geitner, F.K. (1983). *Machinery Failure Analysis and Troubleshooting*. Gulf, Houston, TX.

Bowman, C. & Ambrosini, V. (2007). Firm value creation and levels of strategy. *Management Decision*, 45 (3), pp. 360–371.

Burmeister, C., Lüttgens, D. & Piller, F.T. (2015). Business Model Innovation for Industrie 4.0: Why the Industrial Internet Mandates a New Perspective on Innovation, *Die Unternehmung*, Vol. 2015 pp. 1–31.

Cadotte, E.R. & Turgeon, N. (1988). Dissatisfiers and satisfiers: suggestions from consumer complaints and compliments. *Journal of Consumer Satisfaction/Dissatisfaction and Complaining Behavior*, Vol. 1, pp. 74–9.

Cao, Y., Song, X. & Wang, T. (2015). Development of an Energy-Aware Intelligent Facility Management System for Campus Facilities. *Procedia Engineering*, vol. 118, pp. 449–456.

Christensen, C. (2013). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business Review Press, Boston.

Coenen, C., Alexander, K. & Kok, H. (2013). Facility management value dimensions from a demand perspective. *Journal of Facilities Management*, vol. 11 (4), pp. 339–353.

Collin, J. & Saarelainen, A. (2016). *Teollinen internet*. Helsinki, Talentum. s. 333.

Connectedfinland.fi. (2019). Sovellukset. Saatavilla: <https://www.connectedfinland.fi/ratkaisut/> (viitattu 4.12.2019)

Cotts, D. G. (1999). *The facility management handbook*. 2nd ed. New York: AMA-COM.

Davenport, T.H. and Dyche, J. (2013). *Big data in big companies*. International Institute for Analytics.

Davies, K. & Patterson, D. (2012). *Ethics of Big Data: Balancing Risk and Innovation*. O'Reilly Media, 82 p.

Da Xu, L., He, W. & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 10 (4), pp. 2233–2243.

D'Elia, A., Roffia, L., Zamagni, G., Vergari, F., Bellavista, P., Toninelli, A., Mattarozzi, S. (2010). Smart applications for the maintenance of large buildings: how to achieve ontology-based interoperability at the information level, *Computers and Communications (ISCC)*, 2010 IEEE Symposium, pp. 1077–1082.

Depuru, L., Wang, V., Devabhaktuni, N., Gudi. (2011). Smart meters for power grid—challenges, issues, advantages and status. *2011 IEEE/PES Power Systems Conference and Exposition*, March, pp. 1–7

Dijkman, R.M., Sprenkels, B., Peeters, T. & Janssen, A. (2015). Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management*, Vol. 35 (6), pp. 672–678.

Fitzsimmons, J.A., Noh, J. & Thies, E. (1998). Purchasing business services. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 13(4), pp. 370–380.

Fraundorf, J., Kähm, E. & Kleinaltenkamp, M. (2007). Business-to-Business Markets - Status Quo and Future Trends, *Journal of Business Market Management*, vol. 1, no. 1, pp. 7–40.

Gale, B.T. (1997). Satisfaction is not enough, *Marketing news* 31.22(18).

Geng, L. & Hamilton, H. (2006). Interestingness measures for data mining: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 38 (3), pp. 9–es.

Gerpott, T.J. & May, S. (2016). Integration of Internet of Things components into a firm's offering portfolio - a business development framework. *Info*. Vol. 18(2), pp. 53–63.

Granlund Oy. (2017). *Kiinteistöjen IoT markkinakatsaus*.

Grönroos, C. (2008). Service logic revisited: Who creates value? And who co-creates? *European Business Review*, 20(4), pp. 298–314.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, vol. 29 (7), pp. 1645–1660.

Han J., Kamber, M., Kaufmann M. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques*, Publisher, 3rd ed.

Harris, R. (2015). The changing nature of the workplace and the future of office space. *Journal of Property Investment & Finance*, vol. 33, no. 5, pp. 424–435.

Hashem, I., Yaqoob, I., Anuar, N., Mokhtar, S., Gani, A. & Khan S. (2015). The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues. *Information Systems*. Vol. 47, pp. 98–115.

Hua, G.H., Sher, W. and Pheng, L.S. (2005). Factors affecting effective communication between building clients and maintenance contractors. *Corporate Communications: An International Journal*, Vol. 10 No. 3, pp. 240–251.

Höppe, P. (2002). Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy Build.* 34 (6), pp. 661–665.

Ilmarinen, V. & Koskela, K. (2015). *Digitalisaatio: yritysjohdon käsikirja*. Talentum, Helsinki.

Ilmatieteen Laitos. (2019). Ilmatieteen laitoksen avoin data ja lähdekoodi. Saatavilla: <https://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data> (viitattu 10.12.2019)

Ismail, Z. (2017). Maintenance management system (MMS) to support facilities management at Malaysian polytechnic. *Smart and Sustainable Built Environment*, vol. 6 (1), pp. 19.

Isikdag, I.J., Underwood, J., Aouad, G. (2008). An investigation into the applicability of building information models in geospatial environment in support of site selection and fire response management processes. *Adv. Eng. Inform.* 22 (4) pp. 504–519.

I-Scoop. (2019). Facility management and smart buildings: smart data, insights and integration. Saatavilla: <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/facility-management-iot-smart-buildings/> (viitattu 20.8.2019).

Jensen, P.D.Ø. & Petersen, B. (2014). Value creation logics and internationalization of service firms. *International Marketing Review*, vol. 31, no. 6, pp. 557–575.

Jensen, P., Van der Voordt, T., Coenen, C., Von Felten, D., Lindholm, A.-L., Balslev Nielsen, S., Riratanaphong, C. and Pfenninger, M. (2012). In search for the added value of FM: what we know and what we need to learn. *Facilities*, Vol. 30 Nos 5/6, pp. 199–217.

Jia, M., Komeily, A., Wang, Y. & Srinivasan, R.S. (2019). Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and applications. *Automation in Construction*, vol. 101, pp. 111–126.

Jia, M. & Srinivasan, R. (2015). Occupant behavior modeling for smart buildings: a critical review of data acquisition technologies and modeling methodologies. *IEEE Press*, pp. 3345–3355.

Jin, X., Wah, B., Cheng, X. & Wang, Y. (2015). Significance and Challenges of Big Data Research. *Big Data Research*. Vol. 2, pp. 59–64.

Jylhä, T. & Junnila, S. (2014). The state of value creation in the real-estate sector – lessons from lean thinking. *Property Management*, vol. 32, no. 1, pp. 28–47.

Järvensivu, T., & Törnroos, J. (2010). Case study research with moderate constructionism: Conceptualization and practical illustration. *Industrial Marketing*

Management, 39(1), pp. 100–108

Kaisler, S., Armour, F., Espinosa, J.A. and Money, W. (2013). Big Data: issues and challenges moving forward. IEEE's 46th International Conference on System Sciences (HICSS), pp. 995–1004.

Kasanen, E., Lukka, K. & Siitonen A. (1991) Konstruktiivinen tutkimusote liiketaloustieteessä. Liiketaloudellinen Aikakauskirja, No.3, pp.301–329.

Kasanen, E., Lukka, K. & Siitonen, A. (1993). The Constructive Approach in Management Accounting Research. Journal of Management Accounting Research. pp. 243–264.

Katal, A., Wazid, M. and Goudar, R.H. (2013). Big Data: issues, challenges, tools and good practices. IEEE's Sixth International Conference on Contemporary Computing (IC3), pp. 404–409.

Kelly, S.D.T., Suryadevara, N.K., Mukhopadhyay, S.C. (2013). Towards the implementation of IoT for environmental condition monitoring in homes. IEEE Sensors J. 13 (10), pp. 3846–3853

Khalifa, A.S. (2004). Customer value: a review of recent literature and an integrative configuration. Management Decision, 42, 5/6, pp. 645–666.

Kiinteistötyönantajat Ry. (2019). Kiinteistöpalvelut. Saatavilla: <https://www.kiinteistotyönantajat.fi/kiinteistoala/kiinteistopalvelut/> (viitattu 3.12.2019)

Kobbacy, K. & Murthy, P. (2008). Complex System Maintenance Handbook. H. Pham, ed., Springer-Verlag London Ltd.

Koch, C., Hansen, G.K., Jacobsen, K. (2019). Missed opportunities: two case studies of digitalization of FM in hospitals. Facilities, Vol. 37 Issue: 7/8, pp. 381–394.

Kok, H., Mobach, M. and Omta, O. (2011). The added value of facility management in the educational environment. Journal of Facilities Management, Vol. 9 No. 4, pp. 249–265.

Kotler, P., Keller, K.L., Goodman, M., Hansen, T. & Brady, M. (2016). Marketing management. 3rd edn, Pearson, Harlow, England.

Kowalski, T.H.P. & Loretto, W. (2017). Well-being and HRM in the changing workplace. The International Journal of Human Resource Management, vol. 28, no. 16, pp. 2229–2255.

Kumar, V. & Reinartz, W. (2016). Creating Enduring Customer Value. Journal of Marketing, vol. 80, no. 6, pp. 36.

Kumars, S., Livermont, G., McKewan, G. (2010). Stage implementation of RFID in hospitals. Technol. Health Care 18 (1) pp. 31–46.

- Lam, S.Y., Shankar, V., Erramilli, M.K. & Murthy, B. (2004). Customer value, satisfaction, loyalty, and switching costs: An illustration from a business-to-business service context. *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 32, no. 3, pp. 293–311.
- Lapierre, J. (1997). What does value mean in business-to-business professional services? *International Journal of Service Industry Management*, vol. 8, no. 5, pp. 377–397.
- Lassila & Tikanoja. (2018). Vuosikertomus 2017. Saatavilla: https://vuosikertomukset.net/resources/Lassila&tikanoja/fin/vuosikertomukset/Lassila&tikanoja_vuosikertomus_2017.pdf (viitattu 5.6.2019).
- Lavikka, R.H., Lehtinen, T. & Hall, D. (2017). Co-creating digital services with and for facilities management. *Facilities*, vol. 35, no. 9/10, pp. 543–556.
- Lavy, S. and Bilbo, D.L. (2009). Facilities maintenance management practices in large public schools. *Texas, Journal of Facilities*, Vol. 27 Nos 1/2, pp. 5–20.
- Lee, S., Lee, N., Ahn, J., Kim, J., Moon, B., Jung, S.H., Han, D. (2017). Construction of an indoor positioning system for home IoT applications. 2017 IEEE International Conference on Communications (ICC), May, pp. 1–7
- Lehtonen, T. (2006). Collaborative relationships in facility services. *Leadership & Organization Development Journal*, 27(6), 429–444.
- Lindgreen, A. & Wynstra, F. (2005). Value in business markets: What do we know? Where are we going? *Industrial Marketing Management*, 34(7), pp. 732–748.
- Lindholm, A., Gibler, K.M. & Leväinen, K.I. (2006). Modeling the Value-Adding Attributes of Real Estate to the Wealth Maximization of the Firm. *The Journal of Real Estate Research*, vol. 28, no. 4, pp. 445–476.
- Lindman, J., Kinnari, T., Rossi, M. (2016). Business Roles in the Emerging Open-Data Ecosystem. *IEEE Software*, vol. 33(5), pp. 54–59.
- Lukka, K. (2001). Konstruktiivinen tutkimusote. Saatavilla: <https://metodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/> (viitattu 8.10.2019).
- Marr, B. (2015). *Big data: using smart big data, analytics and metrics to make better decisions and improve performance*. Wiley, Hoboken.
- McGrath, S.K. & Whitty, S.J. (2017). Stakeholder defined. *International Journal of Managing Projects in Business*, vol. 10 (3), pp. 721–748.
- McMillan, S. (2006). Added value of good design. *Building Research and Information*, Vol. 34 (3), pp. 257–271.
- Mian, S.Q., Mäntymäki, M., Riekk, J., Oinas-Kukkonen, H. (2016). Social sensor web: towards a conceptual framework. *I3E 2016. LNCS*, vol. 9844, pp. 479–492.

- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F. & Chlamtac, I. 2012, "Internet of things: Vision, applications and research challenges", *Ad Hoc Networks*, vol. 10 (7), pp. 1497–1516.
- Morton, J. (2014). Big data: opportunities and challenges. BCS, The Chartered Institute for IT, Swindon.
- Motawa, I., Almarshad, A. (2013). A knowledge-based BIM system for building maintenance, *Autom. Constr.* 29, pp.173–182.
- Murphy, K.P. & ebrary, I. (2012). Machine learning: a probabilistic perspective. MIT Press, Cambridge, MA.
- Mäntymäki, M., Salmela, H. & Turunen, M. (2018). Do business ecosystems differ from other business networks? The case of an emerging business ecosystem for digital real estate and facility services. Challenges and Opportunities in the Digital Era: 17th IFIP WG 6.11 Conference on e-Business, e-Services, and e-Society, I3E 2018, Kuwait City, Kuwait, October 30 – November 1, 2018, Proceedings, Springer International Publishing, Cham. pp. 102–116.
- Najjar, M.S. & Kettinger, W.J. (2013). Data Monetization: Lessons from a retailer's journey. *MIS Quarterly Executive*, vol. 12, no. 4, pp. 213–225.
- Nguyen, T.A., Aiello, M. (2013). Energy intelligent buildings based in user acitivity: a survey. *Energy and Buildings* 56, pp. 244–257.
- Nirjon, S., Srinivasan, R.S., Sookoor, T. (2017). SASEM: Smart audio SEnsing based HVAC maintenance. Chapter, in: H. Song, R.S. Srinivasan, T. Sookoor, S. Jeschke (Eds.), *Smart Cities: Foundations, Principles and Applications*, Wiley, 978-1-119-22639-0.
- Ohlhorst, F. J. (2012). *Big Data Analytics: Turning Big Data into Big Money*. Wiley, 176.
- Oliva, R. & Kallenberg, R. (2003). Managing the transition from products to services. *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 14(2), pp. 160–172.
- Opresnik, D. & Taisch, M. (2015). The Value of Big Data in Servitization. *International Journal of Production Economics*, Vol. 165, pp. 174–184.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Tucci, C. L. (2005). Clarifying business models: origins, present, and future of the concept. *Communications of the Association for Information Systems*, 16(1), 1.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., (2010). *Business Model Generation: a Handbook for Visionaries. Game Changers, and Challengers*. John Wiley & Sons.
- Ovg Real Estate. (2019). Edge Olympic. Saatavilla: <http://ovgrealestate.com/cases/edge-olympic> (viitattu 12.7.2019).

- Palattella, M.R., Dohler, M., Grieco, A., Rizzo, G., Torsner, J., Engel, T. & Ladid, L. (2016). Internet of Things in the 5G Era: Enablers, Architecture, and Business Models. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. Vol. 34(3), pp. 510–527.
- Pan, J., Jain, R., Paul, S., Vu, T., Saifullah, A., Sha, M. (2015). An internet of things framework for smart energy in buildings: designs, prototype, and experiments. *IEEE Internet Things J.* 2 (6), pp. 527–537
- Payne, A.F., Storbacka, K. & Frow, P. (2008). Managing the co-creation of value. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(1), pp. 83–96.
- Pelzeter, A. & Sigg, R. (2019). CO2 emissions from facility services. *Facilities*, vol. 37, no. 3/4, pp. 216–233.
- Peña-Ayala, A. (2014). Educational data mining: A survey and a data mining-based analysis of recent works. *Expert Systems With Applications*, vol. 41, no. 4, pp. 1432–1462.
- Pintelon, L. & Parodi-herz, A., (2008). Evolution of Concepts and Approaches Maintenance: An Evolutionary Perspective. In *Complex System Maintenance Handbook*. Springer-Verlag London Ltd, pp. 1–29.
- Piscitello, A., Paduano, F., Nacci, A.A., Noferi, D., Santambrogio, M.D., Sciuto, D. (2015) Danger-system: exploring new ways to manage occupants safety in smart building. *IEEE 2nd World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, December, pp. 675–680
- Plaviņa, Geipele, I. (2013). Chances of the development of multiapartment dwelling houses policy in Latvia, 14th Annual International Conference “Economic Science for Rural Development”, Proceedings, Latvia, Jelgava: LLU, EF, pp.43–47.
- Ponniah, P. (2010). *Data Warehousing Fundamentals for IT Professionals*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. 504.
- Porter, M.E. (1998). *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance, with a new introduction*. The Free Press, New York (NY).
- Pries, K.H. and Dunnigan, R. (2015). *Big Data Analytics: A Practical Guide for Managers*. CRC Press.
- Puķīte, I., Geipele, I. (2017). Different Approaches to Building Management and Maintenance Meaning Explanation. *Procedia Engineering*. Volume 172. pp. 905–912.
- Pärn, E.A., Edwards, D.J., Sing, M.C.P. (2017). The building information modelling trajectory in facilities management: a review. *Automation in Construction* 75, pp. 45–55
- Rahman, M.A.A., Akasah, Z.A., Abdullah, M.S. and Musa, M.K. (2012). Issues and problems affecting the implementation and effectiveness of heritage buildings maintenance. *International Conference on Civil and Environmental Engineering Sustainability (IConCEES 2012)* in Batu Pahat, Johor, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat, pp. 1–5.

Ramírez, R. (1999). Value co-production: Intellectual origins and implications for practice and research. *Strategic Management Journal*, 20, pp. 49–65.

Reffat, R.M., Gero, J.S. and Peng, W. (2006). Improving the management of building life cycle: a data mining approach. CRC Research Conference, Brisbane.

RT 07-11299. (2018). Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitte-
luohjeet ja tuotevaatimukset. RT-ohjekortti. Rakennustieto.

Ruparelia, N. (2016). Cloud computing. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts,
London, England.

Russom, P. (2011). Big data analytics. TDWI Best Practices Report, Fourth Quarter.
The Data Warehouse Institute (TDWI).

Rymaszewska, A., Helo, P. & Gunasekaran, A. (2017). IoT powered servitization of
manufacturing—an exploratory case study. *International Journal of Production Econom-*
ics, Vol. 192 pp. 92–105.

Salo IoT Campus. (2019). Saatavilla: <https://www.saloiotcampus.fi/fi> (viitattu
20.9.2019).

Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A. (2012). Research methods for Business Students.
6th edition. Prentice Hall.

Sabol, L. (2008). Building Information Modelling & Facility Management, the Power of
Process in the Built Environment, IFMA World Workplace.

Sheth, J.N. & Parvatiyar, A. (1995). Relationship marketing in consumer markets: Ante-
cedents and consequences. *Journal of the Academy of Marketing Science: Official Pub-*
lication of the Academy of Marketing Science, vol. 23, no. 4, pp. 255–271.

Short, J. & Todd, S. (2017). What's Your Data Worth? MIT SLOAN MANAGEMENT
REVIEW, vol. 58(3), pp. 17–19.

Silva, B.N., Khan, M., Han, K. (2018). Internet of things: a comprehensive review of
enabling technologies, architecture, and challenges. *IETE Tech. Rev.* 35 (2), pp. 205–
220

Sioshansi, F.P. & Ebrary, I. (2011). Smart grid: integrating renewable, distributed & ef-
ficient energy. Elsevier/Academic Press, Amsterdam, Boston, S.S.S.R.

Sisäilmäyhdistys Ry. 2019. Fysikaaliset tekijät. Saatavilla: [https://sisailmayhdis-](https://sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Fysikaaliset-tekijat)
[tys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Fysikaaliset-tekijat](https://sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Fysikaaliset-tekijat) (viitattu 4.12.2019)

Sivarajah, U., Kamal, M.M., Irani, Z. & Weerakkody, V. (2017). Critical analysis of
Big Data challenges and analytical methods. *Journal of Business Research*, vol. 70, pp.
263–286.

- Smith, J.B. & Colgate, M. (2007). Customer Value Creation: A Practical Framework. *Journal of Marketing Theory and Practice*, vol. 15, no. 1, pp. 7–23.
- Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö. (2015). Asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista, sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 545/2015
- Statista. (2019). Internet of Things (IoT): number of connected devices worldwide from 2015 to 2025 (in billions). Saatavilla: <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/> (Viitattu 10.4.2019).
- Streather, T. (2016). IOT: Digital Disruption in Facilities Management. Spica Technologies. Saatavilla: <https://www.avnet.com/wps/wcm/connect/onesite/72779a3b-1d08-42dc-a5ee-5e16bdf62922/SPICA-iot-management.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IIwp6Q9&CVID=IIwp6Q9&CVID=IIwp6Q9> (viitattu 25.8.2019).
- Støre-Valen, M. & Buser, M. (2019). Implementing sustainable facility management: Challenges and barriers encountered by Scandinavian FM practitioners. Facilities stakeholder 2018, Encyclopædia Britannica Inc.
- Talon, C., Goldstein, N. (2015). Smart Offices: How Intelligent Building Solutions Are Changing the Occupant Experience. Navigant Consulting.
- Tan, L. & Wang, N. (2010). Future internet: The Internet of Things. *IEEE*, pp. V5–376.
- Teicholz, P. (2013). BIM for Facility Managers. 1st ed., John Wiley & Sons, New Jersey.
- Thierauf, R.J. (2001). Effective Business Intelligence Systems. 1st edition, Greenwood Press, p. 37.
- Työsuojeluhallinto. 2019. Lämpöolot. Saatavilla: <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot> (viitattu 4.12.2019)
- Ullah, W. & Eggert, A. (2006). Value-based differentiation in business relationships: gaining and sustaining key supplier status. *Journal of Marketing*, Vol. 70, pp. 119–136.
- Ullah, F., Sepasgozar, S.M.E. & Wang, C. (2018). A systematic review of smart real estate technology: Drivers of, and barriers to, the use of digital disruptive technologies and online platforms. *Sustainability (Switzerland)*, vol. 10, no. 9, pp. 3142.
- Vandenbosch, M., & Dawar, N. (2002). Beyond better products: Capturing value in customer interactions. *Sloan Management Review*, pp. 35–42.
- Vargo, S.L. & Lusch, R.F. (2008). Service dominant logic: continuing the evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 36 No. 1, pp. 1–10.
- Vargo, S.L., Maglio, P.P. & Akaka, M.A. (2008). On value and value co-creation: A service systems and service logic perspective. *European Management Journal*, vol. 26, no. 3, pp. 145–152.

Virpa.fi. (2019). Uusia maailmanluokan skaalautuvia käyttäjäpalveluita kiinteistöalalle. Saatavilla: <http://virpa.fi> (Viitattu 16.4.2019).

Wang, Z., Srinivasan, R. (2017). A review of artificial intelligence based building energy use prediction: Contrasting the capabilities of single and ensemble prediction models. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 75, pp. 796–808.

Ware, J. & Carder, P. (2012). Raising the Bar: Enhancing the Strategic Role of Facilities Management. RICS Research Report, London, November.

Whitmore, A., Agarwal, A., Da Xu, L. (2015). The Internet of Things—a survey of topics and trends. *Inf. Syst. Front.* 17 (2), 261–274.

Widodo, A. & Yang, B. (2007). Support vector machine in machine condition monitoring and fault diagnosis. *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 21(6), pp. 2560–2574.

Woerner, S.L. & Wixom, B.H. (2015). Big data: extending the business strategy toolbox. *Journal of Information Technology*, vol. 30, no. 1, pp. 60–62.

Wong, J.K.W., Ge, J. & He, S.X. (2018). Digitisation in facilities management: A literature review and future research directions. *Automation in Construction*, vol. 92, pp. 312–326.

Woodruff, R.B. (1997). Customer value: the next source for competitive advantage. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 25(2), pp. 139–153.

Wynstra, F., Axelsson, B. & van der Valk, W. (2006). An application-based classification to understand buyer–supplier interaction in business services. *International Journal of Service Industry Management*, 17(5), pp. 474–496.

Yang, J., Wang, Z., Zhang, X. (2015). An ibeacon-based indoor positioning systems for hospitals. *Int. J. Smart Home* 9 (7), pp. 161–168.

Yi, Y. & Gong, T. (2013). Customer value co-creation behavior: scale development and validation. *Journal of business research*, vol. 66, no. 9, pp. 1279–1284.

Zafari, F., Papapanagiotou, I., Christidis, K. (2016). Microlocation for internet-of-things- equipped smart buildings. *IEEE Internet Things J.* 3 (1), pp. 96–112

Zeithaml, V.A. (1988). Consumer Perceptions Of Price, Quality, And Value: A Means. *Journal of Marketing*, vol. 52, no. 3, pp. 2.

Zhu, H., Madnick, S.E. (2009). Finding new uses for information. *MIT Sloan Manage. Rev.* 50, pp. 17–21.

Zolkiewski, J., Story, V., Burton, J., Chan, P., Gomes, A., Hunter-Jones, P., O'Malley, L., Peters, L.D., Raddats, C. & Robinson, W. 2017, "Strategic B2B customer experience management: the importance of outcomes-based measures", *Journal of Services Marketing*, vol. 31(2), pp. 172-184.

Zou, H., Zhou, Y., Jiang, H., Chien, S., Xie, L. & Spanos, C.J. (2018). WinLight: A WiFi-based occupancy-driven lighting control system for smart building. *Energy & Buildings*, vol. 158, pp. 924–938.